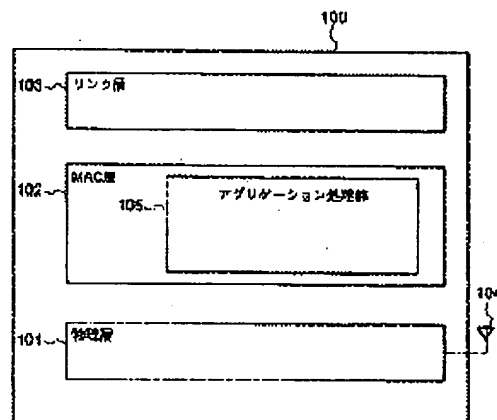


COMMUNICATION DEVICE, COMMUNICATION SYSTEM AND COMMUNICATION CONTROL PROGRAM**Publication number:** JP2005311920**Publication date:** 2005-11-04**Inventor:** NISHIBAYASHI TAIJIYO; TAKAGI MASAHIRO; ADACHI TOMOKO; NAKAJIMA TORU; UTSUNOMIYA YORIKO; TAKEDA DAISUKE**Applicant:** TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO**Classification:****- international:** H04L1/18; H04L12/28; H04L12/403; H04L12/56; H04L1/16; H04L12/28; H04L12/403; H04L12/56; (IPC1-7): H04L12/28**- european:** H04L12/403; H04L12/56Q**Application number:** JP20040129073 20040423**Priority number(s):** JP20040129073 20040423**Also published as:**

EP	1589704 (A2)
US	2005238016 (A)
EP	1589704 (A3)
CN	1691663 (A)

Report a data error here**Abstract of JP2005311920****PROBLEM TO BE SOLVED:** To improve throughput through aggregation of two or more transmission frames.**SOLUTION:** A creation means for creating a single physical frame including two or more MAC frames and a transmission means for transmitting the physical frame are provided. The physical frame includes variable-length bit map information made up of each bit corresponding to the MAC frames, and length information on the bit map information.

COPYRIGHT: (C)2006,JPO&NCIP



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-311920

(P2005-311920A)

(43) 公開日 平成17年11月4日(2005.11.4)

(51) Int. Cl.⁷

H04L 12/28

F I

H04L 12/28 200Z

テーマコード(参考)

5K033

審査請求 未請求 請求項の数 59 O L (全 60 頁)

(21) 出願番号 特願2004-129073 (P2004-129073)
(22) 出願日 平成16年4月23日(2004.4.23)(71) 出願人 000003078
株式会社東芝
東京都港区芝浦一丁目1番1号
(74) 代理人 100058479
弁理士 鈴江 武彦
(74) 代理人 100091351
弁理士 河野 哲
(74) 代理人 100088683
弁理士 中村 誠
(74) 代理人 100108855
弁理士 蔵田 昌俊
(74) 代理人 100084618
弁理士 村松 貞男
(74) 代理人 100092196
弁理士 橋本 良郎

最終頁に続く

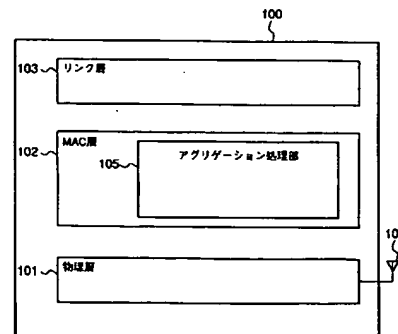
(54) 【発明の名称】 通信装置、通信システム、および通信制御プログラム

(57) 【要約】

【課題】 複数の通信フレームのアグリゲーションによりスループットを向上する

【解決手段】 複数のMACフレームを含む単一の物理フレームを作成する作成手段と、該物理フレームを送信する送信手段とを具備する。物理フレームは、複数のMACフレームのそれぞれに対応するビットからなる可変長のビットマップ情報と、該ビットマップ情報の長さ情報とを有する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数のMACフレームを含む単一の物理フレームを作成する作成手段と、

前記作成手段により作成された物理フレームを送信する送信手段とを具備し、

前記物理フレームは、前記複数のMACフレームのそれぞれに対応するビットからなり、それぞれのMACフレームの属性を示す可変長のビットマップ情報と、該ビットマップ情報の長さ情報とを有することを特徴とする通信装置。

【請求項 2】

第1の優先度を有する第1のMACフレームと、第2の優先度を有する第2のMACフレームとを含む単一の物理フレームを受信する受信手段と、

前記第1のMACフレームの受信に応じて開始され、前記第1の優先度に対応する第1のタイマー値を有する第1のタイマー手段と、

前記第2のMACフレームの受信に応じて開始され、前記第2の優先度に対応する第2のタイマー値を有する第2のタイマー手段と、

前記受信手段により受信された物理フレームに含まれる第1のMACフレームを記憶し、前記第1のタイマー手段が前記第1のタイマー値によりタイムアウトした時点で該第1のMACフレームを出力する第1の受信バッファと、

前記受信手段により受信された物理フレームに含まれる第2のMACフレームを記憶し、前記第2のタイマー手段が前記第2のタイマー値によりタイムアウトした時点で該第2のMACフレームを出力する第2の受信バッファとを具備することを特徴とする通信装置

【請求項 3】

第1の優先度を有する第1のMACフレームと、第2の優先度を有する第2のMACフレームとを含む単一の物理フレームを作成する作成手段、前記第1の優先度に対応する第1のタイマー値および前記第2の優先度に対応する第2のタイマー値の少なくともいずれかを前記物理フレームに指定する指定手段、前記指定手段によりタイマー値の指定がなされた物理フレームを送信する送信手段を有する第1の通信装置と、

前記送信手段から送信された物理フレームを受信する受信手段、前記第1のMACフレームの受信に応じて開始され、前記物理フレームに指定された第1のタイマー値が設定される第1のタイマー手段、前記第2のMACフレームの受信に応じて開始され、前記物理フレームに指定された第2のタイマー値が設定される第2のタイマー手段、前記受信手段により受信された物理フレームに含まれる第1のMACフレームを記憶し、前記第1のタイマー手段が前記第1のタイマー値によりタイムアウトした時点で該第1のMACフレームを出力する第1の受信バッファ、前記受信手段により受信された物理フレームに含まれる第2のMACフレームを記憶し、前記第2のタイマー手段が前記第2のタイマー値によりタイムアウトした時点で該第2のMACフレームを出力する第2の受信バッファを有する第2の通信装置とを具備することを特徴とする通信システム。

【請求項 4】

ウィンドウサイズに対応する個数のMACフレームを含む単一の物理フレームを作成して送信する送信手段と、

前記MACフレームの受信状態を示す応答フレームを受信する受信手段と、

前記応答フレームが示す受信状態に基づいて、正常に受信されなかったMACフレームを再送する再送手段と、

前記再送手段による再送の際に、前記物理フレームに含めることが可能なMACフレームの最大数に相当する個数のMACフレームが含まれるように、前記ウィンドウサイズを拡大する制御手段とを具備することを特徴とする通信装置。

【請求項 5】

複数のQoS(Quality of Service)データフレームを含む単一の物理フレームを作成する作成手段と、

前記物理フレームを送信し、該物理フレームに続いて前記複数のQoSデータフレーム

に対応するブロック A C K 要求フレームを送信する送信手段とを具備することを特徴とする通信装置。

【請求項 6】

複数の Q o S (Quality of Service) データフレームと、該複数の Q o S データフレームに対応するブロック A C K 要求フレームとを含む単一の物理フレームを作成する作成手段と

前記作成手段により作成された物理フレームを送信する送信手段とを具備することを特徴とする通信装置。

【請求項 7】

第 1 のトラフィック識別子についての、複数の第 1 Q o S (Quality of Service) データフレームと、第 2 のトラフィック識別子についての、複数の第 2 Q o S (Quality of Service) データフレームと、該複数の第 1 Q o S データフレームに対応する第 1 のブロック A C K 要求フレームと、該複数の第 2 Q o S データフレームに対応する第 2 のブロック A C K 要求フレームとを含む単一の物理フレームを作成する作成手段と、

前記作成手段により作成された物理フレームを送信する送信手段とを具備することを特徴とする通信装置。

【請求項 8】

A C K を必要とする第 1 の Q o S (Quality of Service) データフレームと、A C K を必要としない第 2 の Q o S データフレームとを含む単一の物理フレームを作成する作成手段と

前記作成手段により作成された物理フレームを送信する送信手段とを具備することを特徴とする通信装置。

【請求項 9】

前記物理フレームは、Q o S データフレームごとに、当該 Q o S データフレームが A C K を要する第 1 の Q o S データフレームであるかそれとも A C K を必要としない第 2 の Q o S データフレームであるかを示す情報を含む請求項 8 記載の通信装置。

【請求項 10】

M A C フレームのサイズの指定を含むトラフィックストリームを設定する設定手段と、

各々が前記サイズと同一の固定長を有する複数の M A C フレームと、該 M A C フレームの総数を示す情報とを含む単一の物理フレームを作成する作成手段と、

前記作成手段により作成された物理フレームを送信する送信手段とを具備することを特徴とする通信装置。

【請求項 11】

M A C フレームの第 1、第 2 のサイズの指定を含む第 1、第 2 のトラフィックストリームを設定する設定手段と、

トラフィック識別子の総数を含み、第 1 のトラフィック識別子について、各々が前記第 1 のサイズと同一の固定長を有する複数の第 1 M A C フレームと、該第 1 M A C フレームの総数を示す第 1 の情報とを含み、第 2 のトラフィック識別子について、前記第 2 のサイズと同一の固定長を有する複数の第 2 M A C フレームと、該第 2 M A C フレームの総数を示す第 2 の情報とを含む単一の物理フレームを作成する作成手段と、

前記作成手段により作成された物理フレームを送信する送信手段とを具備することを特徴とする通信装置。

【請求項 12】

宛先の順番を示す情報および第 1 の宛先を有する第 1 の M A C フレームと、宛先の順番を示す情報および第 2 の宛先を有する第 2 の M A C フレームとを含む単一の物理フレームを作成する作成手段と、

前記作成手段により作成された物理フレームを送信する送信手段とを具備することを特徴とする通信装置。

【請求項 13】

複数の宛先の数および各々の宛先を示す情報と、該各々の宛先に送信すべき M A C フレーム

10

20

30

40

50

ムとを含む単一の物理フレームを作成する作成手段と、

前記作成手段により作成された物理フレームを送信する送信手段とを具備することを特徴とする通信装置。

【請求項14】

複数の宛先の数および各々の宛先に対応する回線使用期間情報と、該各々の宛先に送信すべきMACフレームとを含む単一の物理フレームを作成する作成手段と、

前記作成手段により作成された物理フレームを送信する送信手段とを具備することを特徴とする通信装置。

【請求項15】

第1の宛先を有する第1のQoS(Quality of Service)データフレームと、第2の宛先を有する第2のQoSデータフレームとを含む単一の物理フレームを作成する作成手段と、

10

前記物理フレームを送信し、該物理フレームに続いて、前記第1のQoSデータフレームに対応する第1のブロックACK要求フレームを前記第1の宛先に送信し、前記第2のQoSデータフレームに対応する第2のブロックACK要求フレームを前記第2の宛先に送信する送信手段とを具備することを特徴とする通信装置。

【請求項16】

第1の宛先を有する第1のQoS(Quality of Service)データフレームと、該第1のQoSデータフレームに対応する第1のブロックACK要求フレームと、第2の宛先を有する第2のQoSデータフレームと、該第2のQoSデータフレームに対応する第2のブロックACK要求フレームとを含む単一の物理フレームを作成する作成手段と、

20

前記作成手段により作成された物理フレームを送信する送信手段とを具備することを特徴とする通信装置。

【請求項17】

複数のMACフレームを含む単一の物理フレームを受信する受信手段、前記物理フレームの受信からSIFS(Short Inter Frame Space)期間が経過した後の時点において、該SIFS期間の経過直後に送信すべき応答フレームを送信する送信手段を有する第1の通信装置と、

前記第1の通信装置が前記SIFS期間の経過直後に送信すべき応答フレームを送信できない旨の通知を受信する手段、該通知を受けて前記SIFS期間の経過直後から前記応答フレームを送信するまでの期間に相当して設定するNAV(Network Allocation Vector)を延長する手段を有する第2の通信装置とを具備することを特徴とする通信システム。

30

【請求項18】

第1の宛先を有する第1のMACフレームと、第2の宛先を有する第2のMACフレームとを含む単一の物理フレームを作成する作成手段と、

前記作成手段により作成された物理フレームを送信する送信手段とを具備し、

前記物理フレームは、前記第1の宛先からの応答フレームの開始時点と、前記第2の宛先からの応答フレームの開始時点と、全ての応答フレームの終了時点とを示す情報を含むことを特徴とする通信装置。

【請求項19】

宛先が異なる複数のMACフレームを含む単一の物理フレームを作成する作成手段と、

40

前記作成手段により作成された物理フレームを送信する送信手段とを具備し、

前記物理フレームは、前記MACフレームのそれぞれに対応するビットからなり、宛先の区切りを示す第1のビットマップ情報と、前記MACフレームのそれぞれに対応するビットからなり、送達確認ポリシーを示す第2のビットマップ情報と、を有することを特徴とする通信装置。

【請求項20】

複数のMACフレームを含む単一の物理フレームを作成する作成手段と、

前記作成手段により作成された物理フレームを送信する送信手段とをコンピュータに実行させるための通信制御プログラムにおいて、

前記物理フレームは、前記複数のMACフレームのそれぞれに対応するビットからなり

50

、それぞれのMACフレームの属性を示す可変長のビットマップ情報と、該ビットマップ情報の長さ情報とを有することを特徴とする通信制御プログラム。

【請求項21】

第1の優先度を有する第1のMACフレームと、第2の優先度を有する第2のMACフレームとを含む単一の物理フレームを受信する受信手順と、

前記第1のMACフレームの受信に応じて開始され、前記第1の優先度に対応する第1のタイマー値を有する第1のタイマー処理手順と、

前記第2のMACフレームの受信に応じて開始され、前記第2の優先度に対応する第2のタイマー値を有する第2のタイマー処理手順と、

前記受信手順により受信された物理フレームに含まれる第1のMACフレームを記憶し、前記第1のタイマー処理手順が前記第1のタイマー値によりタイムアウトした時点で該第1のMACフレームを出力する第1の受信バッファ制御手順と、

前記受信手順により受信された物理フレームに含まれる第2のMACフレームを記憶し、前記第2のタイマー処理手順が前記第2のタイマー値によりタイムアウトした時点で該第2のMACフレームを出力する第2の受信バッファ制御手順とをコンピュータに実行させるための通信制御プログラム。

【請求項22】

ウィンドウサイズに対応する個数のMACフレームを含む単一の物理フレームを作成して送信する送信手順と、

前記MACフレームの受信状態を示す応答フレームを受信する受信手順と、

前記応答フレームが示す受信状態に基づいて、正常に受信されなかったMACフレームを再送する再送手順と、

前記再送手順による再送の際に、前記物理フレームに含めることが可能なMACフレームの最大数に相当する個数のMACフレームが含まれるように、前記ウィンドウサイズを拡大する制御手順とをコンピュータに実行させるための通信制御プログラム。

【請求項23】

複数のQoS(Quality of Service)データフレームを含む単一の物理フレームを作成する作成手順と、

前記物理フレームを送信し、該物理フレームに続いて前記複数のQoSデータフレームに対応するブロックACK要求フレームを送信する送信手順とをコンピュータに実行させるための通信制御プログラム。

【請求項24】

複数のQoS(Quality of Service)データフレームと、該複数のQoSデータフレームに対応するブロックACK要求フレームとを含む単一の物理フレームを作成する作成手順と、

前記作成手順により作成された物理フレームを送信する送信手順とをコンピュータに実行させるための通信制御プログラム。

【請求項25】

第1のトラフィック識別子についての、複数の第1QoS(Quality of Service)データフレームと、第2のトラフィック識別子についての、複数の第2QoS(Quality of Service)データフレームと、該複数の第1QoSデータフレームに対応する第1のブロックACK要求フレームと、該複数の第2QoSデータフレームに対応する第2のブロックACK要求フレームとを含む単一の物理フレームを作成する作成手順と、

前記作成手順により作成された物理フレームを送信する送信手順とをコンピュータに実行させるための通信制御プログラム。

【請求項26】

ACKを必要とする第1のQoS(Quality of Service)データフレームと、ACKを必要としない第2のQoSデータフレームとを含む単一の物理フレームを作成する作成手順と、

前記作成手順により作成された物理フレームを送信する送信手順とをコンピュータに実

10

20

30

40

50

行させるための通信制御プログラム。

【請求項 27】

前記物理フレームは、QoSデータフレームごとに、当該QoSデータフレームがACKを要する第1のQoSデータフレームであるかそれともACKを必要としない第2のQoSデータフレームであるかを示す情報を含む請求項26記載の通信制御プログラム。

【請求項 28】

MACフレームのサイズの指定を含むトラフィックストリームを設定する設定手順と、
各々が前記サイズと同一の固定長を有する複数のMACフレームと、該MACフレームの総数を示す情報とを含む単一の物理フレームを作成する作成手順と、
前記作成手順により作成された物理フレームを送信する送信手順とをコンピュータに実行させるための通信制御プログラム。

10

【請求項 29】

MACフレームの第1、第2のサイズの指定を含む第1、第2のトラフィックストリームを設定する設定手順と、
トラフィック識別子の総数を含み、第1のトラフィック識別子について、各々が前記第1のサイズと同一の固定長を有する複数の第1MACフレームと、該第1MACフレームの総数を示す第1の情報とを含み、第2のトラフィック識別子について、前記第2のサイズと同一の固定長を有する複数の第2MACフレームと、該第2MACフレームの総数を示す第2の情報とを含む単一の物理フレームを作成する作成手順と、
前記作成手順により作成された物理フレームを送信する送信手順とをコンピュータに実行させるための通信制御プログラム。

20

【請求項 30】

宛先の順番を示す情報および第1の宛先を有する第1のMACフレームと、宛先の順番を示す情報および第2の宛先を有する第2のMACフレームとを含む単一の物理フレームを作成する作成手順と、
前記作成手順により作成された物理フレームを送信する送信手順とをコンピュータに実行させるための通信制御プログラム。

【請求項 31】

複数の宛先の数および各々の宛先を示す情報と、該各々の宛先に送信すべきMACフレームとを含む単一の物理フレームを作成する作成手順と、
前記作成手順により作成された物理フレームを送信する送信手順とをコンピュータに実行させるための通信制御プログラム。

30

【請求項 32】

複数の宛先の数および各々の宛先に対応する回線使用期間情報と、該各々の宛先に送信すべきMACフレームとを含む単一の物理フレームを作成する作成手順と、
前記作成手順により作成された物理フレームを送信する送信手順とをコンピュータに実行させるための通信制御プログラム。

【請求項 33】

第1の宛先を有する第1のQoS(Quality of Service)データフレームと、第2の宛先を有する第2のQoSデータフレームとを含む単一の物理フレームを作成する作成手順と、
前記物理フレームを送信し、該物理フレームに続いて、前記第1のQoSデータフレームに対応する第1のブロックACK要求フレームを前記第1の宛先に送信し、前記第2のQoSデータフレームに対応する第2のブロックACK要求フレームを前記第2の宛先に送信する送信手順とをコンピュータに実行させるための通信制御プログラム。

40

【請求項 34】

第1の宛先を有する第1のQoS(Quality of Service)データフレームと、該第1のQoSデータフレームに対応する第1のブロックACK要求フレームと、第2の宛先を有する第2のQoSデータフレームと、該第2のQoSデータフレームに対応する第2のブロックACK要求フレームとを含む単一の物理フレームを作成する作成手順と、
前記作成手順により作成された物理フレームを送信する送信手順とをコンピュータに実行

50

行させるための通信制御プログラム。

【請求項 35】

第1の宛先を有する第1のMACフレームと、第2の宛先を有する第2のMACフレームとを含む単一の物理フレームを作成する作成手順と、

前記作成手順により作成された物理フレームを送信する送信手順とをコンピュータに実行させるための通信制御プログラムにおいて、

前記物理フレームは、前記第1の宛先からの応答フレームの開始時点と、前記第2の宛先からの応答フレームの開始時点と、全ての応答フレームの終了時点とを示す情報を含むことを特徴とする通信制御プログラム。

【請求項 36】

宛先が異なる複数のMACフレームを含む単一の物理フレームを作成する作成手順と、

前記作成手順により作成された物理フレームを送信する送信手順とをコンピュータに実行させるための通信制御プログラムにおいて、

前記物理フレームは、前記MACフレームのそれぞれに対応するビットからなり、宛先の区切りを示す第1のビットマップ情報と、前記MACフレームのそれぞれに対応するビットからなり、送達確認ポリシーを示す第2のビットマップ情報と、を有することを特徴とする通信制御プログラム。

【請求項 37】

ポーリングスケジュールに従い、第1の通信装置が第2の通信装置に対してフレームを送信する送信許可を与える通信システムにおいて、

前記第1の通信装置は、前記送信許可の付与のためのポールフレームと少なくとも一つの別のフレームとを含む単一の物理フレームを作成して前記第2の通信装置に送信し、

前記第2の通信装置は、前記物理フレームを受信し、該物理フレームに含まれるポールフレームにより送信許可を得て前記第1の通信装置に対しフレームを送信することを特徴とする通信システム。

【請求項 38】

前記第1の通信装置はポイントコördiネート機能を有し、ビーコンフレームを送信することによりポーリングのためのコンテンション（競合）フリー期間を開始する手段を具備することを特徴とする請求項 37 記載の通信システム。

【請求項 39】

コンテンション（競合）期間における任意の時点でポーリング制御のためのコントロール・アクセス期間を開始する手段をさらに具備することを特徴とする請求項 38 記載の通信システム。

【請求項 40】

前記ポールフレームは前記第1の通信装置から前記第2の通信装置への送信データを内包することを特徴とする請求項 37 記載の通信システム。

【請求項 41】

前記物理フレームに含まれる別のフレームが前記第1の通信装置から前記第2の通信装置へ送信すべき部分応答フレームからなることを特徴とする請求項 37 記載の通信システム。

【請求項 42】

単一の物理フレームに含ませるための複数のMACフレームを選択する第1の送信対象MACフレーム選択手段と、

ポーリングフレームの受信に呼応して、前記送信対象MACフレーム選択手段により選択されたMACフレームを、単一の物理フレームによって送信する送信手段とを具備することを特徴とする通信装置。

【請求項 43】

MACフレームの属性に応じたスケジュール規則を満たすように、単一の物理フレームに含めて送信する複数のMACフレームを選択する第2の送信対象MACフレーム選択手段を具備することを特徴とする請求項 42 記載の通信装置。

10

20

30

40

50

【請求項 4 4】

単一の物理フレームに含ませるための、互いに異なるQoS属性を持つ複数のMACフレームを選択する第3の送信対象MACフレーム選択手段を具備することを特徴とする請求項4 2記載の通信装置。

【請求項 4 5】

前記複数のMACフレームがデータフレームと部分応答フレームとからなることを特徴とする請求項4 2記載の通信装置。

【請求項 4 6】

送達確認情報により決定されるMACフレームの再送必要性と、再送又は新規送信に係るMACフレームの属性とに応じたスケジュール規則を満たすように、単一の物理フレームに含めて送信すべき複数のMACフレームを選択する第3の送信対象MACフレーム選択手段と、

ポーリングフレームおよび送達確認フレームの受信に呼応し、前記第3の送信対象MACフレーム選択手段により選択されたMACフレームを、単一の物理フレームによって送信する送信手段とを具備することを特徴とする通信装置。

【請求項 4 7】

受信したポーリングフレームの物理フレームが含むチャンネル推定用情報に基づいてチャンネル推定を行なうチャンネル推定手段と、

前記ポーリングフレームへの応答として送信する際の物理フレームの、変調方式および符号化率の少なくともいずれか一方からなる送信方式を前記チャンネル推定手段により推定されたチャンネル推定結果に適應するように複数の候補から選択する送信方式選択手段と、

前記送信方式選択手段により選択された送信方式に従って前記物理フレームを送信する送信手段とを具備することを特徴とする通信装置。

【請求項 4 8】

ポーリングフレームを含む物理フレームに含まれるチャンネル推定用情報と、該物理フレームが含むチャンネル推定補正用情報とに基づいて、チャンネル推定を行なう第2のチャンネル推定手段をさらに具備する請求項4 7記載の通信装置。

【請求項 4 9】

単一の物理フレームに含ませるための複数のMACフレームを選択する第1の送信対象MACフレーム選択手段と、

受信したポーリングフレームの物理フレームが含むチャンネル推定用情報に基づいてチャンネル推定を行なうチャンネル推定手段と、

前記ポーリングフレームへの応答として送信する際の物理フレームの、変調方式および符号化率の少なくともいずれか一方からなる送信方式を前記チャンネル推定手段により推定されたチャンネル推定結果に適應するように複数の候補から選択する送信方式選択手段と、

前記送信方式選択手段により選択された送信方式に従い、ポーリングフレームの受信に呼応して、前記送信対象MACフレーム選択手段により選択されたMACフレームを、単一の物理フレームによって送信する送信手段とを具備することを特徴とする通信装置。

【請求項 5 0】

ポーリングスケジュールに従い送信許可を付与するためのポールフレームと少なくとも一つの別のフレームとを含む単一の物理フレームを作成する物理フレーム作成手段と、

前記ポーリングスケジュールを開始する手段と、

開始されたポーリングスケジュールに従い、送信許可を付与すべき通信装置に向けて前記物理フレームを送信する送信手段とを具備することを特徴とする通信装置。

【請求項 5 1】

単一の物理フレームに含ませるための複数のMACフレームを選択する第1の送信対象MACフレーム選択手段と、

ポーリングフレームの受信に呼応して、前記送信対象MACフレーム選択手段により選択されたMACフレームを、単一の物理フレームによって送信する送信手段とをコンピュータに実行させるための通信制御プログラム。

【請求項 5 2】

M A Cフレームの属性に応じたスケジュール規則を満たすように、単一の物理フレームに含めて送信する複数のM A Cフレームを選択する第2の送信対象M A Cフレーム選択手順を具備することを特徴とする請求項 5 1 記載の通信制御プログラム。

【請求項 5 3】

単一の物理フレームに含ませるための、互いに異なるQoS属性を持つ複数のM A Cフレームを選択する第3の送信対象M A Cフレーム選択手順を具備することを特徴とする請求項 5 1 記載の通信制御プログラム。

【請求項 5 4】

前記複数のM A Cフレームがデータフレームと部分応答フレームとからなることを特徴とする請求項 5 1 記載の通信制御プログラム。

10

【請求項 5 5】

送達確認情報により決定されるM A Cフレームの再送必要性と、再送又は新規送信に係るM A Cフレームの属性とに応じたスケジュール規則を満たすように、単一の物理フレームに含めて送信すべき複数のM A Cフレームを選択する第3の送信対象M A Cフレーム選択手順と、

ポーリングフレームおよび送達確認フレームの受信に呼応し、前記第3の送信対象M A Cフレーム選択手順により選択されたM A Cフレームを、単一の物理フレームによって送信する送信手順とをコンピュータに実行させるための通信制御プログラム。

【請求項 5 6】

20

受信したポーリングフレームの物理フレームが含むチャンネル推定用情報に基づいてチャンネル推定を行なうチャンネル推定手順と、

前記ポーリングフレームへの応答として送信する際の物理フレームの、変調方式および符号化率の少なくともいずれか一方からなる送信方式を前記チャンネル推定手順により推定されたチャンネル推定結果に適応するように複数の候補から選択する送信方式選択手順と、

前記送信方式選択手順により選択された送信方式に従って前記物理フレームを送信する送信手順とをコンピュータに実行させるための通信制御プログラム。

【請求項 5 7】

ポーリングフレームを含む物理フレームに含まれるチャンネル推定用情報と、該物理フレームが含むチャンネル推定補正用情報とに基づいて、チャンネル推定を行なう第2のチャンネル推定手順をさらに具備する請求項 5 6 記載の通信制御プログラム。

30

【請求項 5 8】

単一の物理フレームに含ませるための複数のM A Cフレームを選択する第1の送信対象M A Cフレーム選択手順と、

受信したポーリングフレームの物理フレームが含むチャンネル推定用情報に基づいてチャンネル推定を行なうチャンネル推定手順と、

前記ポーリングフレームへの応答として送信する際の物理フレームの、変調方式および符号化率の少なくともいずれか一方からなる送信方式を前記チャンネル推定手順により推定されたチャンネル推定結果に適応するように複数の候補から選択する送信方式選択手順と、

前記送信方式選択手順により選択された送信方式に従い、ポーリングフレームの受信に呼応して、前記送信対象M A Cフレーム選択手順により選択されたM A Cフレームを、単一の物理フレームによって送信する送信手順とをコンピュータに実行させるための通信制御プログラム。

40

【請求項 5 9】

ポーリングスケジュールに従い送信許可を付与するためのボールフレームと少なくとも一つの別のフレームとを含む単一の物理フレームを作成する物理フレーム作成手順と、

前記ポーリングスケジュールを開始する手順と、

開始されたポーリングスケジュールに従い、送信許可を付与すべき通信装置に向けて前記物理フレームを送信する送信手順とをコンピュータに実行させるための通信制御プログラム。

50

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は媒体アクセス制御(MAC)を行なう通信装置、通信システム、および通信制御プログラムに関し、特に、1つの物理フレームに複数の媒体アクセス制御フレーム(MACフレーム)を含めるフレームアグリゲーションを行うものに関する。

【背景技術】

【0002】

同一の媒体を共有して通信を行なう複数の通信装置がどのように媒体を利用して通信データを送信するかを決めるのが、媒体アクセス制御(MAC: Media Access Control)である。媒体アクセス制御は、同時に2つ以上の通信装置が同一の媒体を利用して通信データの送信を行なった結果、受信側の通信装置が通信データを分離できなくなる事象(衝突)になるべく少なくなり、一方、送信要求を持つ通信装置が存在するにもかかわらず媒体がいずれの通信装置によっても利用されない事象になるべく少なくなるように、通信装置から媒体へのアクセスを制御するための技術である。

【0003】

しかし、特に無線通信においては、通信装置がデータを送信しながら同時に送信データをモニタすることは困難であることから、衝突検出を前提としない媒体アクセス制御(MAC)が必要である。無線LANの代表的な技術標準であるIEEE802.11はCSMA/CA(Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance)を採用している。IEEE802.11のCSMA/CAでは、MACフレームのヘッダーに、該フレームに続く1つ以上のフレーム交換からなる一連のシーケンスが終了するまでの期間(Duration)が設定される。この期間において、該シーケンスに関係がなく送信権を持たない通信装置は、媒体の仮想的な占有状態を判断することにより、送信を待機する。したがって、衝突の発生が回避される。一方、該シーケンスで送信権を持つ通信装置は、実際に物理媒体が占有されている期間を除き、媒体は使用されていないものと認識する。IEEE802.11では、このようなMAC層の仮想キャリアセンスと、物理層の物理キャリアセンスとの組み合わせによって媒体の状態を判定し、媒体アクセスを制御する旨が規定されている。

【0004】

CSMA/CAを採用しているIEEE802.11は、これまで主として物理層プロトコルを変更することによって通信速度の高速化を図ってきた。2.4GHz帯についてはIEEE802.11(1997年、2Mbps)からIEEE802.11b(1999年、11Mbps)へ、そしてIEEE802.11g(2003年、54Mbps)へと変遷している。5GHz帯については、今のところIEEE802.11a(1999年、54Mbps)のみが標準として存在する。そして、2.4GHz帯および5GHz帯の両方で更なる高速化を目指す標準規格を策定するためにIEEE802.11 TGn(Task Group n)が既に設立されている。

【0005】

さらに、サービス品質(QoS: Quality of Service)向上のためのアクセス制御も幾つか知られている。例えば、指定された帯域幅や遅延時間などのパラメータを保証するQoSとして、従来のポーリング手順を拡張したHCCA(HCF Controlled Access: HCFコントロールド・アクセス)がある。HCCAでは、帯域幅や遅延時間などのパラメータを保証できるように、ポーリング手順において所要の品質を考慮したスケジューリングを行う。特許文献2は、IEEE802.11e規格のQoSについて言及しており、無線ネットワークにおける通信装置間の通信に優先順位を付与する方法を開示する。

【特許文献1】米国特許第5329531号明細書

【特許文献2】特開2002-314546公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

物理層に関して通信速度の高速化を図れたとしても、通信の実質的なスループットを向

10

20

30

40

50

上できないという問題点がある。すなわち、物理層の高速化が実現された場合、PHYフレームのフォーマットはもはや効率的ではなくなり、このことに起因するオーバーヘッドがスループットの向上を阻害すると考えられる。PHYフレームにおいて、CSMA/CAに係わる時間的なパラメータはMACフレームに固定的に付随している。また、PHYフレームヘッダーは各MACフレーム毎にそれぞれ必要である。

【0007】

オーバーヘッドを解消してスループットを向上させる方法の一つとして、最近のdraft IEEE802.11e draft 5.0 (IEEE802.11のQoS強化)で導入されたブロック応答(Block ACK)機構がある。しかし、ブロック応答機構によればバックオフ無しで複数のMACフレームを連続的に送信でき、これによりバックオフ量を幾分は削減できるものの、物理層のヘッダーのオーバーヘッドまでは効果的に削減されない。また、初期のdraft IEEE802.11eで導入されたアグリゲーションによれば、バックオフ量と物理層ヘッダーのいずれをも削減可能とされているが、従来の物理層の制約によりMACフレームを含む物理層のフレームの長さを約4k byte以上にはできないため、効率向上には大きな制約がある。仮に、物理層のフレームを長くできたとしても、エラー耐性が低下するという別の問題が生じる。

【0008】

したがって、フレームフォーマットの効率化により複数のフレームを送信することに伴うオーバーヘッドを解消し、通信の実質的なスループットを向上することが必要とされる。

【0009】

一方、従来のHCCAによれば、トラフィックストリーム毎に品質を保証することができ、優先度に応じたデータ伝送を実現できる。このようなQoSはスループットを更に向上した新たな通信方式においても利用することが好ましい。例えば、1つのPHY(物理)フレームに複数のMACフレームを含めて送信することにより伝送効率を向上するフレームアグリゲーションにおいてもQoSを利用することが好ましい。しかしながら、HCCAのようなQoSに従来のフレームアグリゲーションをそのまま適用すると、次のような問題点が生じる。

【0010】

すなわち、フレームの優先度を考慮しないフレームアグリゲーションでは、送信キュー(TxQ)内の一連のフレームをアグリゲーション対象フレームとすると、比較的低優先度のFTP(File Transfer Protocol)フレームが高優先度のVoIP(Voice over IP)フレームに先行して取り出され、送信用のアグリゲーションフレームにアグリゲートされ得る。このことは、フレームの優先度を考慮したQoSの維持および向上の妨げとなり得る。

【0011】

また、受信エラーが生じた一部のフレームを指定して再送を要求するパーシャルACKフレームの手順についても、QoSに固有のACK手順(例えば無応答(No_ACK)手順)との複合利用を図るべき問題もある。

【0012】

本発明はかかる事情を考慮してなされたものであり、複数の通信フレームのアグリゲーションによりスループットを向上できる通信装置、通信システム、および通信制御プログラムを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0013】

本発明の一態様に係る通信装置は、複数のMACフレームを含む単一の物理フレームを作成する作成手段と、前記作成手段により作成された物理フレームを送信する送信手段とを具備し、前記物理フレームは、前記複数のMACフレームのそれぞれに対応するビットからなる可変長のビットマップ情報と、該ビットマップ情報の長さ情報とを有することを特徴とする通信装置である。

【発明の効果】

【0014】

10

20

30

40

50

本発明によれば、複数の通信フレームのアグリゲーションによりスループットを向上できる通信装置、通信システム、および通信制御プログラムを提供できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0015】

以下、図面を参照しながら本発明の実施の形態の例を説明する。

図1は本発明の一実施形態に係る通信装置の構成を示すブロック図である。この通信装置100は無線リンクを介して他の通信装置と通信する装置であり、物理層、MAC層、およびリンク層のそれぞれに相当する処理ユニット101、102、103を有する。これら処理ユニットは実装に応じてアナログ又はデジタルの電子回路として、あるいはLSIに組み込まれたCPUにより実行されるファームウェア等として実現される。物理層の処理ユニット101にはアンテナ104が接続されている。MAC層102は本発明に係るアグリゲーション（集約）処理部105を有する。

10

【0016】

アグリゲーション処理部105は、複数の媒体アクセス制御（MAC）フレームを含むPHY（物理）フレームを作成する。媒体アクセス制御フレームとしては、例えばMPDU（MAC Protocol Data Unit）であり、自明な変形を行ってMACヘッダーを含まないMSDU（MAC Size Data Unit）とすることもできる。作成された物理フレームは物理層の処理ユニット101により処理され、アンテナ104より送信される。このような通信方式のことを本明細書では「フレームアグリゲーション」という。フレームアグリゲーションは現在策定中の次世代超高速無線LAN通信（IEEE802.11n規格）に好適である。

20

【0017】

MACスーパーフレーム（MACアグリゲーションフレーム）の基本的なフレームフォーマットは、少なくとも一つのMACスーパーフレームヘッダーと、該MACスーパーフレームヘッダーに続く少なくとも一つのMACスーパーフレームペイロードとを有する、というものである。

【0018】

MACスーパーフレームを受信した端末は、まず自分宛のアドレスであるかどうか判断し、各MPDUのCRC（cyclic redundancy check；巡回冗長検査）計算を行う。その後、MACスーパーフレームヘッダー内のACKポリシービットマップフィールドをチェックし、パルシャルACKを必要とする「1」のフラグが立っていれば、パルシャルACKフレームの該当するビットマップに「1」または「0」の値を設定する（CRCを計算して正しく受信できていれば「1」、誤っていれば「0」とする）。また、ACKポリシービットマップが「0」であるMPDUは、「No_ACK」による転送を希望しているので、CRCの計算結果に関わらず、「0」の値を設定する。

30

【0019】

MACスーパーフレームを送信した端末が、宛先端末からのパルシャルACKを受信した場合、自分のキャッシュしているACKポリシービットマップ情報とパルシャルACKビットマップ（Partial ACK Bitmap）とを照らし合わせる。ACKを必要としているにもかかわらず、パルシャルACKビットマップのビット情報が「0」になっていれば、該当するデータフレームを再送する。

40

【0020】

フレームアグリゲーションにおけるパルシャルACK（Partial_ACK）について説明する。MACスーパーフレームを送信する端末のMAC層は、上位層から下りてくるデータフレームに対し、ACKポリシーをそれぞれ決定していく。この場合、ACKポリシーをパルシャルACKに指定することは、「そのデータフレームをフレームアグリゲーションの対象にし、かつ受信側からのACK応答を必要としている」ことを意味する。

【0021】

いかなるACKメカニズムを用いてフレームを転送するかについては、「Normal_Ack（ノーマルACK）」、「No_ACK（無応答）」、「Block_ACK（ブロックACK）」の3種類がIEEE802.11eで既に規定されている。

50

【0022】

「Normal_Ack」は、IEEE802.11でサポートされている通常のデータ送信方法であり、1つのユニキャストデータフレームを送信した後、宛先端末からのACKフレームを受信するまで一定時間待機する。タイムアウトが起これば、再度バックオフを行ってデータフレームを再送する。「Normal_Ack」に指定されたデータフレームは、フレームアグリゲーションの対象にせず、既存のIEEE802.11規格の手順で送信を行う。

【0023】

「No_ACK」は、伝送路が比較的安定している場合に用いられるデータ送信方法であり、相手端末からのACKフレームの受信を待たずに（つまりACKを必要としない）、新たなデータフレームを送信する。

【0024】

「Block_ACK」は、ユニキャストデータフレームをSIFS(Short Inter Frame Space)間隔でバースト的に連続送信するデータ送信方法であり、ブロックACKフレームにより選択的再送(Selective Repeat転送)を実現するものである。

【0025】

なお、MACスーパーフレームの種々の構成例、応答制御（送達確認）、再送制御、QoS、ならびにサイマルキャスト等については、本出願と同一出願人による先の出願に係る特願2004-004847明細書、特願2004-063237明細書、特願2004-110446明細書の記載を参考にすることができる。

【0026】

(第1の実施形態)

第1の実施形態は、1つの物理フレームに複数のMACフレーム(MPDU)をアグリゲートする際に、可変長のビットマップ情報と該ビットマップのデータ長とをMACスーパーフレームヘッダー中に含めるように構成された通信装置に関する。具体的には、物理フレームは、複数のMACフレームのそれぞれに対応するビットからなる可変長のビットマップ情報と、該ビットマップ情報の長さ情報とを有する。

【0027】

図2に示すように、ACK Policy Bitmap20をMACスーパーフレームヘッダー21中に含めてMACスーパーフレームを送信する際に、送受信端末間で、事前にネゴシエーションをしておき、ACK Policy Bitmap20の長さを受信側で把握していることが必要である。このネゴシエーション方法としては、ピーコンやIEEE802.11eのHCCAにおけるトラフィックストリームのセットアップなど様々な方法が考えられる。なお、本発明はACK Policy Bitmap長のネゴシエーションによる通知を特定の方法に限定するものではない。MACスーパーフレームの受信側は、このようなサイズ情報をあらかじめ知っていない限り、ACK Policy Bitmap20を正しく取り出すことはできない。

【0028】

一方、第1の実施形態は可変長のビットマップ情報を記載することを可能にするものであり、図3に示すような、Bitmap Informationフィールドを定義する。すなわち、Bitmap IDフィールド31によって、Bitmapの種別(ACK Policy Bitmapなど)を規定し、Lengthフィールドにおいて、実際のビットマップ情報(Bitmap Informationフィールド33)の長さを例えばバイト単位(Bytes)で指定する。これにより、ACK Policy Bitmapは、事前にネゴシエーションを行わなくても、MACスーパーフレーム単位に可変長(バイト単位)の大ききで埋め込むことができる。

【0029】

図3に示すビットマップエレメントは、例えばACKポリシービットマップ("ACK Policy Bitmap")、マルチアドレスビットマップ("Multi Address Bitmap")等があり、Bitmap ID31はこれらを識別可能にする。なお、ビットマップエレメント(ビットマップID)はこれらに限定されないことは言うまでもない。

【0030】

図4の例のように、MACスーパーフレーム40中に12個のMPDUをアグリゲートする場

10

20

30

40

50

合、ACK Policy Bitmapとしては2バイトの大きさのビットマップが必要であり、このためBitmap Information 3 3のLengthフィールド3 2には「2」が指定される。Bitmap IDフィールド3 1には、ACK Policy Bitmapに相当するIDが指定される。

【0031】

(第2の実施形態)

第2の実施形態に係る通信装置はMACスーパーフレーム受信端末であって、受信バッファからの取り出しと上位層への明け渡しを優先度毎に、タイマーにより時間管理する通信装置と、MACスーパーフレーム送信端末であって、優先度毎のバッファからの取り出しと上位層への明け渡しのタイマー設定を受信側に対して指定する通信装置である。

【0032】

IEEE802.11eのHCCA方式を元にして1つの物理フレームに複数のMACフレームをアグリゲートして送信する場合、それぞれのトラフィックストリーム(TS)毎に、シーケンス番号が付与される。シーケンス番号は連続している必要があり、図5に示すように受信側でフレームのバッファリングが行なわれる。

【0033】

図5の例では、MACスーパーフレームに「高優先度」「中優先度」「低優先度」の3つの優先度のMACフレーム50, 51, 52が存在し、それぞれの先頭のフレーム53, 54, 55が受信誤りであった場合を示している。トラフィックストリーム毎に、シーケンス番号が連続して受信できている場合、MAC層より上位の層(例えばネットワーク層)にフレームを渡すことができるが、図5のような場面では、それぞれシーケンス番号「1」のフレームを受信するまで、後続のフレーム(シーケンス番号「2」以降)がバッファで待機することになる(受信バッファ状態56, 57, 58)。

【0034】

IEEE802.11では、一定時間経過しても、受信側のバッファ内で待機しているフレームよりもシーケンス番号の若いフレームが受信できない場合、タイムアウトが生じ、全ての蓄積フレームが上位層(例えばIP)に渡される。優先度毎のスライディングウィンドウ制御を行なっている場合、送受信側では優先度に応じて、シーケンス番号の管理が行なわれる。したがって、遅延時間に敏感なトラフィックストリームも、遅延時間に対して比較的大きな許容を持つトラフィックストリームも同様に扱われてしまうという問題がある。

【0035】

そこで、第2の実施形態では、図6のように、MACスーパーフレーム受信側でトラフィックストリーム毎のバッファ60, 61, 62のそれぞれにタイマー1, 2, 3を設け、独立して動作するこれらタイマーの動作に従ってトラフィックストリーム毎にバッファ管理をする。タイマー1, 2, 3がタイムアウトすると、対応するバッファ60, 61, 62に格納されているフレームがバッファから開放され、上位層に渡される。

【0036】

タイマー1, 2, 3の各々にセットする値(タイムアウト時間)は、トラフィックストリームをセットアップする際の、図7(a)に示すTSPEC(Traffic Specification)70のDelay Boundフィールド71を元に決定してもよい。Delay Boundフィールド71はQoSデータの遅延時間の許容を示すもので、Delay Boundを過ぎたフレームは、再送上限回数に達する前でも送信側で廃棄される。このようなDelay Boundをトラフィックストリームの優先度毎に設定し、タイマー1, 2, 3にセットする値に対応させる。

【0037】

あるいは、図7(b)に示すTSPECのTS Infoフィールド72が有するReservedフィールド73を活用し、MACスーパーフレーム受信側での各トラフィックストリームのタイムアウト時間をミリ秒単位で指定してもよい。あるいは、TSPECに新規のフィールドを拡張し、タイムアウトの指定を行う情報を追加してもよい。

【0038】

(第3の実施形態)

第3の実施形態に係る通信装置は、複数の優先度のMACフレームを1つの物理フレーム

10

20

30

40

50

にアグリゲートして送信した後、受信側からの部分応答情報を元に、優先度毎にウィンドウサイズ(一度に送信可能な最大数)の変更を行い、MACスーパーフレームを再送する通信装置である。

【0039】

図8に示すように、1つの物理フレームに複数の優先度のMACフレーム(MPDU)を詰め込み、MACスーパーフレーム80として送信したとする。図8の例では、ウィンドウ81、82、83のそれぞれのウィンドウサイズ(一度に送信可能なフレーム数)が優先度毎に定義されており、高優先度(例えばV o I P)を「3」、中優先度(例えばV i d e o)を「3」、低優先度(例えばf t p)を「2」としている。また、MACスーパーフレーム80にアグリゲート可能なMACフレームの最大数は、送受信端末間で予めネゴシエーションを取ったことを前提とし、例えば8個であったとする(このネゴシエーションは、ビーコンを利用しても良いし、トラフィックストリームセットアップ時に行なっても良い。ネゴシエーションの方法に関しては、特に規定しない)。もちろん、この数は状況に応じて可変である。そして、図9に示すように、パシャル(Partial)ACK(部分応答)90に基づくMACスーパーフレームの再送が行われる場合を考える。すなわち、パシャルACK90内のパシャルACKビットマップ91によると、高優先度の先頭のフレームは正常に受信されなかったためにシーケンス番号「1」のフレームのみが再送対象とされる。一方、中優先度、低優先度のフレームは、正常に受信できており再送が要求されていないことから、それぞれのウィンドウ82、83の始点を移動してウィンドウサイズに相当する数の新たなフレームをアグリゲートでき、再送のためのMACスーパーフレーム92が作成される。ここで、アグリゲート可能なMACフレームの最大数は上述のように8個であるものの、図9のように作成されたMACスーパーフレーム92が含むMACフレームは6個であり、チャンネル利用率が最大限まで活かされていない。これは、優先度毎のウィンドウサイズを常に固定としていることによる。

【0040】

そこで本実施形態では、MACスーパーフレーム受信端末からの部分応答を元に、優先度毎のシーケンス番号の始点を移動させると共に、ウィンドウサイズの大きさを適応的に変更する。これにより、MACスーパーフレームの伝送効率を高めることができる。

【0041】

例えば図10に示すように、高優先度のフレームは1つしか詰めることができないが、MACスーパーフレーム全体においてアグリゲート可能な数には余裕がある。そこで、アグリゲート可能な最大数を上限とし、中優先度のフレームをアグリゲートする数をできるだけ増加させる。図8の段階では、中優先度の送信可能な初期値は3個であったが、高優先度のフレームを1つしか送れないことから、中優先度のウィンドウ100のウィンドウサイズを3個から5個に拡大する。

【0042】

したがって、本実施形態に従い作成されるMACスーパーフレーム101には、アグリゲート可能な最大数に相当する8個のフレームがアグリゲートされ、図9に示したように6個のフレームがアグリゲートされるMACスーパーフレーム92よりも伝送効率を高めることができる。

【0043】

再送処理が行なわれた結果、高優先度のフレームが多く送信できるようになれば、再び各優先度のウィンドウサイズを初期値(この例では、高優先度を「3」、中優先度を「3」、低優先度を「2」)に戻し、MACスーパーフレームにQoSデータをアグリゲートする。

【0044】

(第4の実施形態)

第4の実施形態はブロックACKに関する。図11に標準的なブロックACKのシーケンス(即時型)を示す。一方、IEEE802.11eでは、図12に示すように、MACヘッダー120にQoS Controlフィールド121が追加されており、ACK Policy122を指定することで、No ACK(ACKを必要としない伝送)、Block ACK、Normal ACK(通常のACK)などの様々な応

答パターンを実現することができる。ここで、Block ACKに指定されたQoSデータに関しては、図11に示すように、SIFS(Short Inter Frame Space)間隔で送信された後、ブロックACK要求110が送信される。送信端末は、ブロックACK要求に応じた宛先端末からのブロックACK111を受信する。ブロックACK要求110とブロックACK111は、それぞれ、TID(Traffic Identifier)優先度毎に用意する必要がある。

【0045】

〔ブロックACKのアグリゲーション例1〕

ブロックACKのアグリゲーション例1は、SIFS間隔で送信するブロックACK対象のQoSデータフレームを1つの物理フレームにアグリゲートして送信するというものである。

【0046】

例えば図13に示すように、MACスーパーフレームヘッダー130に続き、ACK PolicyがBlock ACKであって同一宛先、同一TIDを有するQoSデータに限定されたMACフレーム131がアグリゲートされる。

【0047】

図14に示すように、まずTID1についてのQoSデータがアグリゲートされたMACスーパーフレーム140が送信される。続いてSIFS後にTID2についてのQoSデータがアグリゲートされたMACスーパーフレーム141が送信される。そのSIFS後にTID1についてのブロックACK要求142が送信され、さらにSIFS後にTID1についてのブロックACK143の受信が行われる。TID1についてのブロックACK143のSIFS後に、TID2についてのブロックACK要求144が送信され、さらにSIFS後にTID2についてのブロックACK145の受信が行われる。尚、ブロックACK要求を送信するタイミングは、対応するTIDのQoSデータを送った後であれば、特に限定する必要はない。すなわち、図14において、MACスーパーフレーム140を送信した後、SIFS後に、ブロックACK要求142を送信することもできる。

【0048】

このようなブロックACKのアグリゲーション例1によれば、ブロックACK対象の複数のQoSデータフレームを1つのMACスーパーフレームにアグリゲートして送信することにより伝送効率を向上できる。

【0049】

〔ブロックACKのアグリゲーション例2〕

ブロックACKのアグリゲーション例2は、図15に示すように、SIFS間隔でパースト的に送信するブロックACK対象のQoSデータフレーム150を1つの物理フレームにアグリゲートすることのみならず、ブロックACK要求フレーム151をも1つの物理フレーム(MACスーパーフレーム)にアグリゲートするというものである。

【0050】

MACスーパーフレームのアグリゲート最大数を例えば8個とする場合(最大アグリゲート数を予めネゴシエーションを通じて認識したことを前提)、ブロックACK対象の7個のQoSデータをアグリゲートし、それに対するブロックACK要求フレームが末尾に添付される。MACスーパーフレームヘッダーのMPDU Lengthフィールド152に基づいて、ブロックACK要求フレーム151は受信側で適切に処理される。ここで、ブロックACK要求は、QoSデータよりも前方部にアグリゲートすることはできない。なぜなら、ブロックACK要求フレーム151に示されるように、Block ACK Starting Sequence Controlフィールドによって、QoSデータの受信ステータス対象の開始シーケンス番号を決定するため、QoSデータの処理(誤り計算)を前もって行う必要があるからである。

【0051】

本例のブロックACKシーケンスを図16に示す。ブロックACK対象の複数のQoSデータフレームに加え、ブロックACK要求がさらにアグリゲートされたMACスーパーフレーム160、161とすることにより、伝送効率を向上できる。

【0052】

〔ブロックACKのアグリゲーション例3〕

ブロックACKのアグリゲーション例3は、複数のTID毎に存在するQoSデータフレーム

10

20

30

40

50

および対応するブロックACK要求をまとめて1つの物理フレームにアグリゲートして送信するというものである。

【0053】

図17に示すように、異なるTIDについてのブロックACK対象QoSデータ170、171と、これらに対応するブロックACK要求172、173とを1つの物理フレームアグリゲートしてMACスーパーフレームを作成する。図18に示すように、作成されたMACスーパーフレーム180を伝送することにより、伝送効率を一層改善することができる。

【0054】

〔ブロックACKのアグリゲーション例4〕

ブロックACKのアグリゲーション例4に係る通信装置は、ACKを必要としないNo ACKポリシーのMACフレームと、パースト的に送信されたMACフレームに対応する一つの応答（ブロックACK）を必要とするブロックACKポリシーのMACフレームとが混在するMACフレームアグリゲーションを行うものである。

【0055】

図19に示すように、本例のMACスーパーフレームはMACスーパーフレームヘッダーにおいてビットマップID(Bitmap ID)フィールド190、Length(ビットマップ長)フィールド191、可変長のビットマップ(Bitmap Information)192を有する。Bitmap ID190には、ビットマップ種別(Bitmap element)がNo ACKポリシーとブロックACKポリシーとの複合ポリシーであることを識別するための識別子(ID)が記載される。Lengthフィールド191には、Bitmap Information192の長さが例えばバイト単位で記載される。

【0056】

Bitmap Information192には、MACスーパーフレームにアグリゲートされた複数のMACフレームにおいて、どのMACフレームがNo ACKであり、どのMACフレームがブロックACKであるかを識別するための情報が記載される。図19に示すフレームアグリゲーション例では、例えば全部で8個のMACフレームがアグリゲートされており、そのうちブロックACKを必要とするフレームは3つ(QoS Data1~3)であり、ACKを必要としない(No ACK)のフレームが5つ(図19では QoS Data 1,2のみが示される)である。

【0057】

この場合、ブロックACKを必要とするためのビットを例えば1とすると、ビットマップ情報(Bitmap Information)192は「11100000」となり、送信側でセットされる(なお、ビットを負論理としてもよいことは言うまでもない)。受信端末は、このようなビットマップ情報192に基づいてブロックACKを作成し、送信端末に返信する。

【0058】

例えば図20に示すように、MACスーパーフレーム2002が送信端末から送信され、該MACスーパーフレーム2002に続いてブロックACK要求2003が送信端末から送信されたとする。受信側端末は、MACスーパーフレーム2002においてブロックACKを必要とするMACフレームはMACスーパーフレーム2002の前半の3つであり、残りの5つのMACフレームはACKが必要でないことを同MACスーパーフレーム2002に含まれるビットマップ情報2001から判断する。受信側端末は、送信端末からのブロックACK要求2003に応じ、この情報をブロックACK2004を返す。

【0059】

ブロックACKのアグリゲーション例4によれば、ACKポリシーが異なるMACフレームのアグリゲーションにより伝送効率を向上できる。なお、ビットマップ情報は、本例のように必ずしも可変長である必要はなく、固定長としてもよい。この場合、Length情報は不要となる。

【0060】

尚、ブロックACKのアグリゲーション例4は、QoSデータとブロックACK要求とのフレームアグリゲーション、あるいは複数TID毎のQoSデータとブロックACK要求とのフレームアグリゲーションと組み合わせて実施可能であり、これらの場合においてNo ACKとBlock ACKの双方のACK Policyをサポートした伝送を実現することができる。

【0061】

(第5の実施形態)

第5の実施形態に係る通信装置は、トラフィックストリームのMSDUサイズを固定にして1つの物理フレームに複数のMPDUをアグリゲートする際に、MPDUの個数を示す情報をMACスーパーフレームヘッダーに含めるよう構成される。

【0062】

IEEE802.11eでは、HCCAを用いた通信を行う際、QoS STA(QSTA)は、QoS AP(HC: Hybrid Coordinator)にトラフィックストリームをセットアップする。図21はトラフィックストリームのセットアップ時に用いられるTSPEC(Traffic Specification)210を示している。TSPECはNominal MSDU Size(名目のMSDUサイズ)フィールド211を有する。同フィールド211は2バイト長であり、15ビットのSize(サイズ)サブフィールド(MSDUの長さを指定)212と、1ビットのFixed(固定指定)サブフィールド213とが存在する。Fixedサブフィールド213が「1」に指定されていれば、そのTSIDで示されるデータフレームのMSDU(MAC Size Data Unit)はSizeサブフィールド212に記載された固定長となり、それ以外の大きさのフレームは送信することができない。

10

【0063】

MACスーパーフレームにアグリゲートされたMPDU(MAC Protocol Data Unit)のサイズを可変長とする場合、それぞれの区切りを識別するためのMPDU Lengthフィールドが必須であるが、トラフィックストリームセットアップ時に、MSDUの長さが固定長であることを事前に通知すればMPDU Lengthフィールドを省略し、これに代えてアグリゲートされたMPDUの個数とすることができる。したがって、MPDU Lengthフィールドが格納されるMACスーパーフレームヘッダーのサイズを削減できる。

20

【0064】

図22は第5の実施形態に係り、MPDU長を固定長とするMACスーパーフレームを示している。MACスーパーフレームヘッダー220内の、アグリゲートされたMPDUの個数を表すフィールド(図22ではAggregation Numberフィールド)221に基づき、MPDU1, 2, 3...をそれぞれ取り出すことができる。尚、図22の例では、MACスーパーフレームにアグリゲートするのは、TSID222の値が同一であるものとしている。

【0065】

MPDUは、MSDUにMACヘッダー(IEEE802.11eの場合はQoS Controlフィールドを含む)を追加したものであるが、MACスーパーフレームの受信端末は、まずMACスーパーフレームヘッダーの誤り計算(Header CRC223を利用)を行い、正しく受信できていれば、TSIDフィールド222から、そのMACスーパーフレームヘッダーにアグリゲートされているMPDUのTSIDを判断する。TSID情報を取得すれば、トラフィックストリームのセットアップを通じて、MSDUの固定長が検出される。一方、各MPDUの長さ(固定長)は、Nominal MSDU Length(Fixed)とQoS Controlフィールドを含むMACヘッダー長との和に相当する。受信端末は、各MPDUの各々の受信状態を判定し、その結果をもとに部分応答(パルシャルACK)を作成してMACスーパーフレームの送信端末に対し返信する。

30

【0066】

例えばFTP(File Transfer Protocol)などのTCP(Transmission Control Protocol)アプリケーションでは、通信の終了間際(ファイルをダウンロードし終わる時期)になるとデータフレームの長さが短くなる場合がある。トラフィックストリーム上で固定長のNominal MSDU Lengthが指定されているとMAC層でフレームを送受信できなくなるが、この場合はMSDUを作成する際に、「0」のビット列を後部にパディング(追加)して長さを固定長にする。受信側では、MACよりも上位層においてIPヘッダーのLengthフィールドなどを用い、正しい長さのペイロードを取り出す。MSDUの長さは、トラフィックストリームのセットアップ時に指定された固定長であるため、MAC層における通信は正しく行える。

40

【0067】

さて、複数のトラフィックストリームがセットアップされ、トラフィックストリームのそれぞれに対応するNominal MSDU Lengthフィールドが全て固定長に指定されているなら

50

ば、一つのMACスーパーフレームを複数の異なるTSID(Traffic Stream Identifier)のMPDUをアグリゲートによるものとし、1つの物理フレームとして送信することが可能である。

【0068】

本実施形態に係る他の通信装置は、複数のトラフィックストリームのそれぞれ固定長に指定されたMACフレームを1つの物理フレームにアグリゲートし、それらのトラフィックストリーム識別子を示す情報とトラフィックストリーム毎のアグリゲートしたMPDUの個数を示す情報とをヘッダーに含めて送信する通信装置である。

【0069】

図23はこのような複数TSIDの混在時の固定長MACフレームのアグリゲーションを示す図である。本例では、MACスーパーフレームヘッダー230中に、アグリゲートされたTSIDの数を示すフィールド(Number of TSID)231が追加される。また、MACスーパーフレームヘッダー230は、TSIDと該TSIDについてアグリゲートされたMPDUの個数を示すフィールドとからなる組(ペア)をTSIDの数に応じて有する可変長フィールド232を有する。

【0070】

このようなMACスーパーフレームを受信した端末側では、アグリゲートされたTSIDと各MPDUの個数とをMACスーパーフレームヘッダー230に基づいて検知する。固定長を有するMPDU長については、トラフィックストリーム毎に、上述と同様に固定MSDU長とMACヘッダー(QoS Controlフィールド含む)との合計値として算出する。また、上述したFTPのようなTCPアプリケーションの場合のように、上位層からのデータフレームの長さが短くなる場合には、MSDUの後半部に「0」をパディングして長さを固定長にすればよい。このようにしても、IPヘッダーのIPデータグラム長を示すフィールドの値は書き換ええないため、上位層のデータペイロードに影響を与えることはない。尚、MACスーパーフレームの形式は、MACスーパーフレームヘッダーのMPDU Lengthフィールドを用いて、それぞれ長さの異なるMPDUをアグリゲートしても良いし、本実施形態のように、固定長のMPDUをアグリゲートして、その個数を示す情報をMACスーパーフレームヘッダーに付加しても良い。MACスーパーフレームヘッダーがどちらの形式を取るかは、送受信機の間で予めネゴシエーションを行なっておくことを前提とする(具体的なネゴシエーション方法については、本実施例の対象外としている)。

【0071】

以下、第6乃至第11の実施形態は、複数の宛先を対象とする複数のMACフレームのアグリゲーションに係わり、サイマルキャスト送信を行うものである。

【0072】

無線LANのMAC層において、一般的には1つのMACフレームを1つの宛先端末に向けて送信することを「ユニキャスト」といい、また、複数の宛先を受信対象とする1つのMACフレームを送信することを「マルチキャスト」という。これに対し本発明の実施形態の説明においては、複数のMACフレームを1つの物理フレームにアグリゲートし、複数の宛先を受信対象として送信することを「サイマルキャスト」と呼ぶことにする。

【0073】

ここで、単純に複数の宛先のMACフレームを1つの物理フレームにアグリゲートし、APから各STAに向けて、サイマルキャストすることを考える。この場合、サイマルキャストされたMACスーパーフレームに対する各受信端末からのパルシャルACKフレームが衝突し、通信が正常に行えなくなってしまうという問題がある。IEEE802.11の規定によると、ユニキャストデータフレームを受信したSTAは、チャネル状態を確認することなく、SIFS期間が経過したら直ちにACKフレームを返信する。したがって、複数のSTAからのACKフレームが衝突する可能性は高い。

【0074】

そこで、本発明の実施形態に係る通信システムでは、複数の宛先を含んだMACスーパーフレームをAPからSTAに対してサイマルキャストし、各STAがAPに対しACKフレームを送信するにあたり、他のSTAからのACKフレームとの衝突を回避するよう、それぞれ送信タイミングをずらすことが好ましい(これを時間差ACKという)。

10

20

30

40

50

【0075】

他の端末が時間差的にパルシャルACKを返信している間は、各端末により適切にNAVを設定して、データフレーム等の送信を停止する。尚、このNAVの期間は、(残りの端末数×(SIFS+ACK転送時間))で決定される。また、本発明の実施形態においては、各STAからのACKの転送レートが同一であることを仮定しているが、もしACK転送レートがSTA毎に異なる場合は、それぞれに対応したACK転送時間を計算することが好ましい。

【0076】

(第6の実施形態)

第6の実施形態に係る通信装置は、複数の宛先に対するMACフレームを1つの物理フレームにアグリゲートして送信する際に、それぞれのMACフレームの前方部に、該MACフレームが何番目の宛先に対応するかを示す情報を付加する。

【0077】

複数の宛先に対するMACフレームを1つの物理フレームにアグリゲートして送信する場合、MACスーパーフレームヘッダーに各宛先の区切りを示す情報(マルチアドレスビットマップ(Multi Address Bitmap))を付加することが考えられるが、本実施形態では、図24に示すように、それぞれのMPDU(MAC Protocol Data Unit)の前方部に1バイト程度の大きさの付加フィールド240を追加し、マルチアドレスビットマップに代える。付加フィールド240には、それぞれ、当該MPDUが何番目の宛先であることを示す情報(POS(ition)フィールドという)を記載する。

【0078】

マルチアドレスビットマップ(Multi Address Bitmap)は、宛先の異なる複数の媒体アクセス制御フレームを含む物理フレームを構築する際に、該物理フレーム内の媒体アクセス制御フレームのうち先の媒体アクセス制御フレームの宛先と比べてその宛先が変化するフレームの含まれる位置に関する情報を表す。具体的には、アグリゲートされた媒体アクセス制御フレームの各々に対応するビットからなり、複数の宛先の区切りを示す。

【0079】

図24の例は、8個のMPDUをアグリゲートした場合であるが、この数は固定されたものではない。例えば図24の例では、宛先(DEST)「α」へのMACフレームが先頭から4個目までアグリゲートされており、それぞれの前方部に付加されたPOSフィールドには、1番目の宛先であることを示す「1」という情報が追加される。続く宛先βへのMACフレームの前方部のPOSフィールドには、2番目の宛先であることを示す「2」という情報が記載される。ここで、もし全てのPOSフィールドの値が「1」であるならば、MACスーパーフレーム中には1つの宛先へのMACフレームしかアグリゲートされていないことを意味する。

【0080】

MACスーパーフレームヘッダーがMPDU Lengthフィールドを有する場合、これには各MACフレームの長さが記載され、MACスーパーフレームペイロード中にアグリゲートされたデータフレームを長さに基づいて切り出すことができる。一方、POSフィールドがMPDUの前方部に付加された本例の場合、MPDU Lengthフィールドには、(POSフィールド(今回は1バイト)+MPDU長)の値を記入する。また、FCS(Frame Check Sequence)では、POSフィールドから、MACヘッダー、MACフレームボディまでの誤り検出を行なう。

【0081】

MACスーパーフレームヘッダー中のMulti Address Bitmapによれば、複数の宛先のMPDUの存在を判断できるが、Multi Address Bitmapに依らないフォーマットとすることができ。例えば図25に示すように、MACスーパーフレームヘッダー250中に、アグリゲートされた宛先数を示すNumber of Destinationsフィールド251を追加する。このフィールド251の値が1であるならば、MACスーパーフレーム中には1種類の宛先しか存在しないことになる。その後ろに続くDestinationフィールド252とPOSフィールド253は、それぞれ、宛先のアドレスと何番目の宛先であることを示す。例えば図25の例では、MACスーパーフレームに、宛先が「α」であるMPDUと、宛先「β」へのMPDUがアグリゲートされていたとする。Number of Destinationsフィールド251は、2つの宛先が存在する

ことを示すために、「2」という値が記載される。Destinationフィールド252とPOSフィールド253は、固定長でそれぞれ6バイト(MACアドレス分)、1バイトとしている。図25の例のDestination1フィールドでは、宛先αのMACアドレスが記載され、POS1フィールドには、宛先αが何番目の宛先として存在するかを示す情報が記載されている。Destination2フィールドでは、宛先βのMACアドレスが記載され、POS2フィールドには、宛先βが何番目の宛先として存在するか(本例では2番目)を示す情報が記載される。

【0082】

なお、MACスーパーフレームヘッダー250中のDestinationフィールド252を、アグリゲートしたMACフレームの順番通りに記載することを前提としている場合は、POSフィールド253は不要である。

【0083】

(第7の実施形態)

第7の実施形態に係る通信装置は、複数の宛先に対するMACフレームを1つの物理フレームにアグリゲートして送信する際に、複数宛先の回線利用期間をMACスーパーフレームヘッダー中に含めるものである。

【0084】

複数宛先に対してMACスーパーフレームをサイマルキャストする場合、各宛先から時間差的に送信されるACKは、全て同一の回線使用期間(Duration)であることを前提とする必要はない。

【0085】

第7の実施形態は、各ACKが可変長である場合であり、図26に示すように、宛先毎の回線使用期間(Duration1, Duration2)261がMACスーパーフレームヘッダー260中に記載される。通常、IEEE802.11の規格において、ユニキャストデータMACフレームのDurationフィールドには、(SIFS(Short Inter Frame Space)時間+ACK転送時間)が記載される。尚、ACK転送時間は、IEEE802.11の手続きに従い、BSS Basic Rate Setの最大物理伝送レート、ACKフレーム長により計算する。なお、図27に示すように、MACスーパーフレームヘッダー270を構成してもよい。この場合、マルチアドレスビットマップを含まず、宛先(Destination)とともに回線使用期間が記載される。MACスーパーフレーム中にアグリゲートするMPDUが宛先毎であるという前提であれば、MACスーパーフレームヘッダー270のDestinationフィールドは特に必要ない。

【0086】

MACスーパーフレームに対するパルシャルACK応答は、アグリゲートされたMPDUの数に比例してサイズが大きくなる。例えば、MACスーパーフレームにアグリゲートするMPDUの数が8個までなら、パルシャルACK応答のパルシャルACKビットマップは1バイトの大きさで済むが、アグリゲートされたMPDUの数が9個以上(16個以内)になると、パルシャルACKビットマップは2バイトの大きさが必要となる。すなわち、MACスーパーフレーム送信端末は、宛先毎に幾つのMPDUをアグリゲートして送信するかの情報により、宛先からの時間差的なACKの各転送時間を推測することができる。

【0087】

例えば図28のように、DEST1、DEST2という2つの宛先に対し、16個のMPDUをアグリゲートして送信する場合を考える(DEST1に13個、DEST2に3個)。各宛先が作成するパルシャルACK応答の長さは異なるため、それぞれに対応したDuration値280、281が決定される。MPDUを13個アグリゲートしたDEST1への場合は、パルシャルACKビットマップが2バイトの大きさであり、MPDUを3個アグリゲートしたDEST2へは1バイトの大きさとなる。

【0088】

図28の例では、サイマルキャストされたMACスーパーフレームを受信後、DEST1の端末がSIFS後にパルシャルACK282を返信する。DEST2の端末は、自分の宛先が2番目に存在しており、Duration1の値(DEST1がパルシャルACKを送信終了するまで)+SIFS時間待機した後、自身のパルシャルACK283を送信する。DEST1は、パルシャルACK282を送信し

10

20

30

40

50

終えてから、残りのDuration値の合計に相当するNAV(Network Allocation Vector)284を設定する。また、MACスーパーフレーム中に、自分の宛先が存在しない端末は、MACスーパーフレームヘッダーのDurationフィールドの合計値分のNAVを設定する。図28の例では、DEST1、DEST2以外の端末(OTHER STA)は、MACスーパーフレームヘッダーのDurationの値の合計(ここではDuration 1の値とDuration 2の値を加算した値)に相当するNAV285を設定する。

【0089】

図29は、受信端末の動作を示すフローチャートである。複数の宛先を持つMACスーパーフレームを受信した後(ステップS1)、受信端末はMACスーパーフレームのヘッダーに対する誤り計算を行う(ステップS2)。この誤り計算の結果、エラーであれば、MACスーパーフレームを廃棄し(ステップS3)、チャンネルがアイドルになった後、EIFS(Extended Inter Frame Space)の期間キャリアセンスを行う(ステップS4)。

10

【0090】

ヘッダーが誤りでなければ、各MACフレームに対するエラーチェックを実施する(ステップS5)。次に、MACスーパーフレーム内にアグリゲートされたMACフレームの宛先の数(M個)と、自端末のMACアドレスが何番目(N番目)の宛先として存在するかを検査する(ステップS9)。

【0091】

例えばDEST1に該当する受信端末へのMACフレームは1番目にアグリゲートされており(N=1)、この受信端末は通常のフレームアグリゲーションと同様のシーケンスで、SIFS期間(ステップS15)後にパルシャルACKフレーム(あるいはブロックACK)を送信する(ステップS16)。その後、他の端末(DEST2、OTHER STA)が、時間差的にパルシャルACKを返信している間は、Duration 2~Mの値の合計期間に対応するNAVを設定して、データフレーム等の送信を停止する(ステップS17)。

20

【0092】

2番目にアグリゲートされているDEST2は、DEST1がパルシャルACKを送信した後(ステップS11)、SIFS期間が経過してから(ステップS12)、パルシャルACKを送信する(ステップS13)。そして自端末がパルシャルACKを送信した後は、Duration N+1~Mの値の合計期間に対応するNAVを設定する(ステップS14)。

【0093】

MACスーパーフレームに自端末を宛先とするMACフレームが存在しない場合は、Duration 1~Mの値の合計期間に対応するNAVを設定する(ステップS7)。

30

【0094】

図30、図31はそれぞれ、本発明を適用可能な無線通信システムの構成例を示している。1つの物理フレームに複数のMACフレームをアグリゲートする通信方式は、AP(もしくはIEEE802.11eのHybrid Coordinator)とSTAとの間のダウンリンクおよびアップリンク伝送、および、STAとSTAとの間(IBSS(Independent Basic Service Set)によるアドホック通信、IEEE802.11eのDLP(Direct Link Protocol)によるQSTA同士の通信に適用可能である。

【0095】

(第8の実施形態)

第8の実施形態は、サイマルキャストを行う場合におけるブロックACKに関する。第8の実施形態に係る通信装置は、複数の宛先に対するブロックACK対象のMACフレームを1つの物理フレームにアグリゲートして送信し、宛先毎のブロックACK要求送信、ブロックACK受信処理を行う。本実施形態に係る別の通信装置は、複数の宛先に対するブロックACK対象のMACフレーム、並びにブロックACK要求フレームを1つの物理フレームにアグリゲートして送信し、複数宛先からのブロックACKを時間差的に受信する。

40

【0096】

図32に示すように、IEEE802.11eにおいて、ブロックACK対象のQoSデータフレームはSIFS間隔で送信される。

【0097】

50

本実施形態では、複数宛先へのQoSデータフレームを1つの物理フレームにアグリゲートし、これにより伝送効率を高めるものである。図33に示すように、MACスーパーフレームヘッダーに複数宛先の存在を示す情報が付加され、ペイロード部には、宛先毎に区切ってQoSデータフレームがアグリゲートされる。この時、MACスーパーフレームを前述の図24、図25のように構成してもよい。あくまで複数宛先の存在と、その相対的な位置がMACスーパーフレーム受信端末側で判断できればよい。図33の例では、Multi Address Bitmap 331を使用している。

【0098】

そして図34に示すように、複数宛先へのブロックACK対象QoSデータフレームを1つの物理フレームにアグリゲートしてMACスーパーフレーム340として送信することで、伝送効率を高めることができる。図34には、MACスーパーフレーム340に続くブロックACK要求341、342に応じ、各宛先(QSTA1, QSTA2)からブロックACK 343、344が送達される様子が示されている。

【0099】

さらに、図35に示すように、データフレームのみならず、ブロックACK要求350、351をもアグリゲートすることも好ましい。この場合、宛先毎に区切ってアグリゲートを行い、各フレーム(データ、ブロックACK要求)のフレームサイズを記載することで、データフレームを適切に取り出し、ブロックACKの時間差的な送信を行うことも可能になる。図36の例では、QSTA1へのデータフレーム3つと、QSTA1に対するブロックACK要求、QSTA2へのデータフレーム3つと、QSTA2に対するブロックACK要求を有するMACスーパーフレーム360を作成し、これを1つの物理フレームとしてHCからQSTA1,2にサイマルキャストしており、各QSTAからのブロックACK 361、362を時間差的に受信することで、システム全体の伝送効率を向上させている。

【0100】

(第9の実施形態)

第9の実施形態に係る通信装置は、ある宛先に対する複数のMACフレームを1つの物理フレームにアグリゲートして送信する際、この宛先の端末がSIFS期間後にACKを送信できない場合に、予め多めに設定したNAV期間内に、再度ACKフレームを送信できるようにする通信装置である。

【0101】

本実施形態に係る別の通信装置は、ある宛先に対する複数のMACフレームを1つの物理フレームにアグリゲートして送信する際、この宛先の端末がSIFS期間後にACKを送信できない場合、1つの物理フレームに他の宛先へのMACフレームをアグリゲートして送信することで、ACKフレームを時間差的に送信できるようにする通信装置である。

【0102】

さらに、本実施形態に係る別の通信装置は、複数の宛先に対する複数のMACフレームを1つの物理フレームにアグリゲートして送信する際、1番目にアグリゲートされた宛先がMACスーパーフレームを受信してからSIFS期間後にACKを送信できない場合、予め多めに設定されたNAV期間内に、1番目の宛先から順番にACKフレームを送信する通信装置である。

【0103】

第9の実施形態では、通信装置において、復号処理に時間の掛かるターボ符号やLDPC(Low Density Parity Check)符号が採用された場合、IEEE802.11で定められているSIFS(Short Inter Frame Space)期間中に処理が間に合わないことに対処するものである。ある宛先に対し複数のMACフレームが1つの物理フレームにアグリゲートして送信された後、当該宛先端末は、SIFS期間後にACKを返信しなくてはならないが、復号処理のためACKが送信できない場合が起こり得る。

【0104】

この場合、図37に示すように、宛先以外の端末に対して設定するデュレーションの値を多めに設定することで、宛先端末が再度ACKフレームを送信する機会を与えるようにする。宛先以外の端末は、デュレーションで定められる期間のNAV(Network Allocation Vec

10

20

30

40

50

tor) 370を設定し、送信を停止しているため、宛先端末がACKフレームの送信をしても、衝突が生じることはない。なお、ある宛先が一般的に処理時間の掛かる符号化処理を行っていて、SIFS期間後にACKを返せないことが予想される場合、その旨をBSS(Basic Service Set)内の他端末に予め通知しておく。図37の例では、1つの宛先に対してのみMACフレームをアグリゲートしている。宛先以外の受信端末は、MPDUに記載されているデュレーションの例えば2倍の期間NAVを設定する。ここで、2倍という数値は特に固定された値ではなく、無線端末間でデュレーションの期間を通知しあってもよい。また、MACスーパーフレーム送信端末側で、MPDUのデュレーションフィールドに適切な値を記載してもよい。

【0105】

図37のような状態(すなわちMACスーパーフレームに1種類の宛先のMACフレームのみをアグリゲートしている状態)では、一般に復号処理時間が多く掛かることも考えられる。この場合、図38に示すように、複数宛先のフレーム(例えばDEST2, DEST3宛てのフレーム)をアグリゲートすれば、1番目の宛先の端末がSIFS期間後にACKを送信できる可能性が高まる。これは、シンボル単位で符号化処理を行うことを前提とし、MACスーパーフレーム全体の中で、1番目の宛先のフレーム(図38の例ではMPDU3つ分)を復号する時間だけであれば、一般に、より少ない処理時間でACKを送信することができるからである。

【0106】

ここで、複数宛先へのMACフレームを1つの物理フレームにアグリゲートして送信した場合、1番目の宛先がどうしてもACKをSIFS期間後に送信できない場合を考える。このような状況では、SIFS期間でACKを送信できない旨の情報を予め他端末との間で通知しあう必要がある。図39に示すように、1番目にアグリゲートされた端末以外の端末DEST2, DEST3, OTHER STAは、通常より多くのNAV390, 391, 392を設定する。多めに設定するNAVは、(SIFS+1番目の宛先がACKを送信する時間)に相当する。図39の例では、他の端末が予め多くのNAVを張っているため、1番目の宛先は、MACスーパーフレームを受信してから、SIFS期間後にACKを返信できない場合でも、再度ACK393を送信することが可能である。なお、図39の例では、他の全ての端末がACKを送信し終わった後に1番目の宛先がACKを送信しているが、図40のように、1番目の宛先から順番にACK400, 401, 402を送信することとしてもよい。

【0107】

(第10の実施形態)

第10の実施形態はACKの送信時点(タイミング)を指定するものに関する。第10の実施形態に係る通信装置は、複数の宛先に対するMACフレームを1つの物理フレームにアグリゲートして送信し、各宛先端末に対し、ACKを送信する時間を指定する情報をMACスーパーフレームヘッダーに含める。

【0108】

ACKを送信するタイミングをMACスーパーフレームの受信端末側で計算することに代えて、本実施形態はMACスーパーフレーム送信側で、予めACKを送信する時点を指定するよう構成される。ACKを送信する時点を送信側で指定する場合のフレームフォーマットを図41乃至図44に示す。

【0109】

図41および図42は、それぞれのMACスーパーフレームヘッダー410、420中に、ACK送信タイミングの時間指定情報が含まれる例である。ACK Transfer Start Timeは、各宛先がACKを送信すべき時点を示す。具体的には、MACスーパーフレームを受信した後、SIFS+N(μ 秒)後にACKを送信することとし、Nの値がACK Transfer Start Timeに記載されている。この場合、先頭の宛先に対するACK Transfer Start Time 1は、「0」が指定されている。あるいは、MACスーパーフレームを受信してから、N μ 秒後にACKを返信するといったような指定方法を行なってもよい。2番目以降の宛先のACK送信タイミングは、パルシャルACKのサイズ、物理伝送レート、何番目の宛先であるかの情報を用いて、送信側で計算する。Transfer End Timeは、全てのACKが送信し終わる予定時刻を示す。これは、MA

10

20

30

40

50

Cスーパーフレームを受信してから何 μ 秒後に全てのACKが送信し終わるかの情報である。尚、図41のMACスーパーフレームヘッダー420のDestinationフィールドは、各MPDUが宛先の順序通りにアグリゲートされていなければならないが、それ以外（アグリゲートされたMPDUの順番がばらばらである場合）などには必要な情報である。

【0110】

図43は、MACスーパーフレームにアグリゲートされたMPDUの前方部に、ACK Transfer Start Time430、Transfer End Time431を付加したもので、この場合、MPDU Lengthフィールドの値は、ACK Transfer Start Time430とTransfer End Time431のフィールド長だけ増える。図44は、MACスーパーフレームにアグリゲートされたMPDUの前方部に、ACK Transfer Start Time440を付加し、MACスーパーフレームヘッダー441に一つのTransfer End Time442を付加するものである。図43では、MACスーパーフレームペイロード中のFCS計算は、Timeフィールド、Endフィールド、MACヘッダー、MACフレームまでを対象として行われる。図44では、Timeフィールド、MACヘッダー、MACフレームまでがFCSの計算対象である。

【0111】

図45に示すように、DEST1の受信端末はACK Transfer Start Time450にACK(Partial ACK)455の送信を開始するとともに、同ACK送信後にTransfer End Time452までのNAV453を設定する。DEST2の受信端末はACK Transfer Start Time451にACK(Partial ACK)456の送信を開始する。同ACK456の送信終了時点はTransfer End Time452に一致しており、NAVの設定は行わない。フレーム受信の対象ではない他の端末(OTHER STA)はTransfer End Time452までのNAV454を設定する。

【0112】

(第11の実施形態)

第11の実施形態に係る通信装置は、複数の宛先に対するACK必要、不必要のMACフレームを優先度毎に束ねて1つの物理フレームにアグリゲートして送信する。各宛先端末は時間差的にACKを送信する。

【0113】

図46に示すように、MACスーパーフレームヘッダー460はマルチアドレスビットマップ(Multi Address Bitmap)461とACKポリシービットマップ(ACK Policy Bitmap)462の双方を含む。各受信端末は、マルチアドレスビットマップ(Multi Address Bitmap)461に基づくことで適切にNAVを設定し、ACKの送信タイミングを算出できる。一方、ACKポリシービットマップ(ACK Policy Bitmap)462によれば、ある宛先宛のMPDUが全てNo ACK Policyであるならば、その宛先はACKを送信しないため、続く宛先端末がACKを送信する、といったACK制御を行える。

【0114】

例えば図47に示すように、DEST2に対するMPDUは全てNo ACK Policyであるため、DEST3は、DEST1がACK470を送信し終えた後に、ただちにACK471を送信できる。DEST2の端末は、全てのACKが送信し終わるまでNAV472を設定する。尚、図46に示すMACスーパーフレームのヘッダー構成はあくまで一例であり、上述したヘッダーフォーマットを適宜組み合わせたり、ACKの送信タイミングを指定したりすることで、効率向上を図ることができる。

【0115】

(第12の実施形態)

図48は本発明の第12の実施形態に係る通信装置(アクセスポイント)の構成を示すブロック図である。この通信装置100Aは無線リンクを介して他の通信装置と通信する装置であり、物理層、MAC層、およびリンク層のそれぞれに相当する処理ユニット101A、102A、103Aを有する。これら処理ユニットは実装に応じてアナログ又はデジタルの電子回路として、あるいはLSIに組み込まれたCPUにより実行されるファームウェア等として実現される。物理層の処理ユニット(以下、「処理ユニット」の表記を省略)101Aにはアンテナ104Aが接続されている。MAC層102Aは本発明に係わる

アグリゲーション（集約）処理部 105A を有する。このアグリゲーション処理部 105A はキャリアセンス制御部 106A、メディアアクセス制御部 108A、ポーリング・データ送信スケジュール制御部 1051、再送制御部 107A を備える。物理層 101A は、二種類の物理層プロトコルに対応可能に構成される。それぞれのプロトコル処理のために、物理層 101A は第一種の物理層プロトコル処理部 109A および第二種の物理層プロトコル処理部 110A を有する。なお、実装では第一種の物理層プロトコル処理部 109A と第二種の物理層プロトコル処理部 110A との間で回路の共用などがしばしば行われるため、これらは必ずしも独立して存在するわけではない。

【0116】

本発明の実施形態では、第一種の物理層プロトコルは IEEE802.11a に規定されるプロトコルとし、第二種の物理層プロトコルは送信側と受信側とでそれぞれ複数のアンテナを用いる、いわゆる MIMO (Multiple Input Multiple Output) によるプロトコルと仮定する。周波数帯域を同一に保ってもアンテナの数にほぼ比例した伝送容量の増加が見込めることから、MIMO は IEEE802.11 の更なる高スループット化を目指すために利用可能な技術の一つである。リンク層 103A に関しては、IEEE802 で規定される通常のリンク層機能を有するものとする。伝送レートを向上するために採用する技術は MIMO に限定されない。例えば、周波数占有帯域を増やすような方法、およびそれと MIMO の組み合わせでも構わない。

【0117】

図 49 は本実施形態に係る通信装置（端末）の構成を示すブロック図である。図 48 に示す通信装置（アクセスポイント）100A との大きな相違は、アクセスポイント 100A の MAC 層 102A はポーリング制御も行なうことができるポーリング・データ送信スケジュール制御部 1051 を持つのに対し、端末 100S の MAC 層 102S はポーリング制御なしのデータ送信スケジュール制御部 1052 を持つ点である。他の構成要素についてはアクセスポイント 100A と同様であり、参照数字の末尾を「S」としている。

【0118】

図 50 は本実施形態に係る通信装置が用いるフレームフォーマットの一例を示す図である。フレームフォーマット 200 は物理層および MAC 層に係わるフレーム構造を概略的に示しており、具体的には IEEE802.11 またはその拡張に従うものを想定する。なお、IEEE802.11 のフレームは制御フレーム、管理フレーム、データフレームの三種類に大別され、本発明の実施形態においては主にデータフレームと制御フレームに適用されることを想定するが、必ずしも管理フレームへの適用が除外されるものではない。図 50 に示すように、このフレームフォーマット 200 は PHY ヘッダー 201 と、MAC スーパーフレームヘッダー 202 および MAC スーパーフレームペイロード 203 と、PHY トレーラ 204 とから構成されている。MAC スーパーフレームヘッダー 202 および MAC スーパーフレームペイロード 203 は後述する PHY ペイロードに相当する。

【0119】

PHY ヘッダー 201 は受信側通信装置（アクセスポイント、または端末）の物理層 101 により処理される。すなわち物理層 101 は受信した PHY ヘッダー 201 に基づいて、フレーム先頭の検出、キャリアセンス、タイミング同期確立、増幅器の増幅度制御 (AGC: Automatic Gain Control)、送信側キャリア周波数への追従 (Automatic Frequency Control)、伝送路推定などを行う。また物理層 101 は PHY ヘッダー 201 に続く PHY ペイロードの変調方式や符号化率、ならびに伝送レートおよびデータ長の検出も行う。

【0120】

図 51 は第一種の PHY フレームのフォーマットの一例を示す図である。このフォーマットは IEEE802.11a に規定のものと同じである。第一種の PHY フレームは本発明に係る通信装置が既存の通信装置と通信する際に用いられ、物理層 101 の第一種の物理層プロトコル処理部 109 によって処理される（ここでは、IEEE802.11a による通信とする）。図 51 に示すように、第一種の PHY フレームすなわち第一種の PLCP フレームは、PLCP (Physical Layer Convergence Protocol) ショートプリアンプル 301 および PLCP ロングプリアンプル 302 と、シグナルフィールド 303 と、データフィールド 304 とから構成される。シ

グナルフィールド 303 は、PCLPヘッダー 305 に相当し、同図に示すように伝送レート(Rate)フィールド 306 とデータ長(Length)フィールド 307 とを有する。なお、第一種のPHYフレームはIEEE802.11aに規定のもののみに限定されないことは言うまでもない。

【0121】

図52は第二種のPHYフレームのフォーマットの一例を示す図である。第二種のPHYフレームすなわち第二種のPLCPフレームは、第一種の物理層プロトコルのための第1のヘッダー部401と、第二種の物理層プロトコルのための第2のヘッダー部402とを有する。第1のヘッダー部401と第2のヘッダー部402とは時系列に沿って配置されており、図50に示したPHYヘッダー201に対応する。

10

【0122】

また、第二種のPHYフレームは第2のヘッダー部402に続くPHYペイロード403と、テイル(Tail)およびパッドビット(Pad bits)404とを有する。PHYペイロード403は図におけるMACスーパーフレームヘッダー202およびMACスーパーフレームペイロード203に対応しており、物理層のフォーマットにおけるPSDU(PLCP Service Data Unit)に相当する。また、テイルおよびパッドビット404は図50のPHYトレーラ204に対応している。

【0123】

第一種の物理層プロトコルのための第1のヘッダー部401は、PLCPショートプリアンプル405と、PLCPロングプリアンプル406と、シグナルフィールド407とから構成される。シグナルフィールド407はPLCPヘッダーの全部又は一部に相当し、少なくとも伝送レートフィールド408およびデータ長フィールド409には物理キャリアセンスを行えるように有効な値が設定される。このようなシグナルフィールド407は、図51に示した第一種のPHYフレームのPLCPヘッダー305との間で対応する情報内容および変調方式などが同一である。

20

【0124】

第二種の物理層プロトコルのための第2のヘッダー部402は、MIMOシグナルフィールド411と、MIMO用PLCPロングプリアンプル410と、MIMOサービスフィールド412とから構成される。MIMOシグナルフィールド411は、同図に示すように伝送レートフィールド413およびデータ長フィールド414を有し、物理キャリアセンスにおいて参照される。MIMO用PLCPロングプリアンプル410は、第二種の物理プロトコルを解釈可能なMIMOの受信側通信装置が、復号処理に必要な伝送路情報を取得する際に用いられる。

30

【0125】

第二種のPHYフレームを図52に示すようなフォーマットとしていることにより、第一種の物理層プロトコルのみに従って動作可能な既存の通信装置は、少なくとも最初のシグナルフィールド407は解釈できるので該シグナルフィールド407に基づいて正しく物理層のキャリアセンスを行える。したがって、このような既存の通信装置と、第一種に加え第二種の物理層プロトコルにも従って動作可能な通信装置との間で同一の物理層のキャリアセンス情報を共有することが可能となる。なお、既存の通信装置はMAC層のキャリアセンス情報は共有できないが、このことは、パーシャルACKにより問題とはならない。

40

【0126】

物理媒体上をPHYペイロードが送信される際の該PHYペイロードによる媒体占有期間(以下、「物理的占有期間」という)を表す情報は、信号強度と共に物理層のキャリアセンス情報として利用される。受信側通信装置は、当該PHYペイロードの物理的占有期間を物理キャリアセンスにより知った時点で、該期間は物理媒体が占有されている(PHYビジー(busy))と解釈する。また、信号強度が一定の閾値を超えている期間も物理媒体が占有されていると解釈する。PHYペイロードの物理的占有期間は、受信側通信装置において検出されたPHYペイロードの伝送レート(408または413)とデータ長(409または414)とから計算により求めることができる。具体的には、オクテット長で表されるデータ長フィールドの値を伝送レートフィールドの値で除算することで求めることができる。これ

50

は図51に示した第一種のPHYフレームについても同様である。

なお、第一種の物理層プロトコルが許容するPHYペイロードの最大データ長（IEEE802.11aにおいては4096オクテット）が、実際には第二種の物理層プロトコルの許容するPHYペイロードの最大データ長よりも短い場合には、PHYペイロードの物理的占有期間が適切となるように伝送レートフィールド408とデータ長フィールド409とを意図的に偽って設定すれば、物理層のキャリアセンス情報の共有が可能となる。

【0127】

ここで、図50を参照する説明に戻る。一つのMACスーパーフレームは複数のMACフレームを含む単一のPHYフレームから成る。同図に示すフレームフォーマット200において、MACスーパーフレームヘッダー202は、8つのMACフレームのデータ長フィールド1～8を固定的に持つ。なお、本実施形態ではMACスーパーフレームヘッダー202は固定長とするが、MACフレーム数を示す情報を追加することにより、MACスーパーフレームヘッダー202を可変長としても良い。

【0128】

MACスーパーフレームペイロード203には例えば4つのMACフレーム1～4のみが含まれる場合、同ペイロード203内には存在しないMACフレーム5～8に対応するMACフレームデータ長フィールド5～8にはゼロの値が埋められる。また、後述する再送制御の際に、例えば、MACフレーム1とMACフレーム3は再送が必要だが、MACフレーム2とMACフレーム4は再送の必要がない場合、MACフレームデータ長1>0、MACフレームデータ長2=0、MACフレームデータ長3>0、MACフレームデータ長4=0という具合に、再送の対象でないMACフレームを指定する際にもMACフレームデータ長はゼロに設定され得る。

【0129】

なお、MACフレームが存在しないことを示すために、MACフレームデータ長をゼロと設定する以外の方法をとっても良い。例えば、MACスーパーフレームペイロードに最大8個のMACフレームを含むことができ、かつ当該MACスーパーフレームにはMACフレーム1～4が存在し、MACフレーム5～8が存在しない場合、存在の有無を8ビットのビットマップで示しても良い。このビットマップはMACスーパーフレームヘッダーの一部となる（図示せず）。

【0130】

HCS205はヘッダーチェックシーケンス(Header Check Sequence)のことであり、MACスーパーフレームヘッダー202の誤りを検出可能にするため同ヘッダー202に付加される。受信側通信装置がHCS205によりMACスーパーフレームヘッダー202の誤りを検出した場合には、当該MACスーパーフレームペイロード203に含まれる全てのMACフレームは壊れているものと解釈する。

【0131】

受信側通信装置におけるバッファあふれを防止するために、MACスーパーフレームペイロード203に含めるMACフレーム数を動的に制限することが好ましい（スライディング・ウィンドウ(Sliding Window)制御）。

【0132】

図53はMACフレームのフォーマットの一例を示す図である。図50のMACスーパーフレームペイロード203に含める一つのMACフレームは、MACヘッダー500と、フレーム本体501と、FCS(frame check sequence)502とから構成される。MACヘッダー500は、フレーム制御フィールド503と、期間(Duration)フィールド504と、アドレスフィールド505～507、509と、シーケンス制御フィールド508とから構成される。フレーム本体501は0～2312オクテット長の範囲で可変長であり、MPDU(MAC Protocol Data Unit)に相当するMACフレームのペイロードである。

【0133】

第二種の物理層プロトコル（本実施形態では例えばMIMOとしている）による物理層の高速化に伴い、本実施形態ではMACスーパーフレームとしてPHYフレームに複数のMACフレームを含めることでフォーマットを効率的に構成していることから、フォーマットに起因す

10

20

30

40

50

るPHYフレームごとのオーバーヘッド、すなわちPLCPヘッダー、各種IFS(Inter Frame Space)およびバックオフなど、を回避して通信の実質的なスループットを向上できる。

【0134】

図54は、本発明の第12の実施形態に係る通信システムの一例を示す図である。この通信システムにおいて、無線リンクを介して通信装置1(アクセスポイント)、通信装置2~4(端末)が通信を行うものとする。同図に示す通信装置1は図48に示した構成を有する。また、通信装置2、3(端末)は図49に示した構成を有する。これに対し通信装置4(レガシー端末)は第一種の物理層プロトコル処理部109Sのみを備え、第二種の物理層プロトコル処理部110Sを備えておらず、よってMACスーパーフレームの送信を行わない既存の通信端末に相当する。

10

【0135】

図55(a)にパーシャルACK(部分応答)フレームのフォーマット例を示す。フレーム制御フィールド550のtype/subtypeフィールドに、当該フレームがパーシャル(Partial)ACKであることを示す値が入る。パーシャルACKビットマップ551には、送達確認の対象となるデータフレームが、受信側の端末あるいはアクセスポイントで正常に受信されたか否かの送達確認状態を示す値が入る。パーシャルACKは、選択的な再送制御(いわゆるSelective Repeat)を行なうために用いられる。パーシャルACKフレームには、物理層レベルの情報を返すために、PHYフィードバック情報552を含めても良い。また、パーシャルACKによるボールを可能にする情報(ビット)を付与しても良い(図示せず)。

【0136】

図55(b)にボール(Poll(no data))フレームのフォーマット例を示す。フレーム制御フィールド553のtype/subtypeフィールドには、当該フレームがデータを含まないボールフレーム(「Poll(no data)」と記す)であることを示す値が入る。Poll(no data)フレームは、アクセスポイントが端末に対して送信権を与えるために用いられる。このアクセスポイントは、IEEE802.11e “Medium Access Control(MAC) Quality of Service(QoS) Enhancement”(現在はドラフト仕様)、ないしはその拡張に従うものであっても良いし、そうではなくても良い。なお、IEEE802.11eでは、物理的なアクセスポイントとハイブリッドコーディネータ(Hybrid Coordinator)と呼ばれるスケジュール管理の論理実体とが区別されているが、本発明に従う実施形態は両者を特に区別することなく実現することができる。

20

【0137】

図56(a)にデータ(Data)フレームのフォーマット例を示す。フレーム制御フィールド560のtype/subtypeフィールドに、当該フレームがデータフレームであることを示す値が入る。MACペイロード(あるいはMSDU: MAC Service Data Unit)561には、ユーザデータ(一般にはリンク層がMAC層に送信を要求するデータ)が入る。

【0138】

図56(b)にData+Pollフレームのフォーマット例を示す。フレーム制御フィールドのtype/subtypeフィールドには、当該フレームがデータを含んだボールフレーム(「Data+Poll」と記す)であることを示す値が入る。Data+Pollフレームは、アクセスポイントが端末に対して送信権を与える必要があり、かつアクセスポイントが端末に対してユーザデータ562を送信するために用いられる。

30

40

【0139】

これらのフレーム(MACフレーム)は、アグリゲートされない単独のMACフレームとして送受信されても良いし、他のMACフレームとともに単一の物理フレームにアグリゲートされ、MACスーパーフレームとして送受信される場合もある。

【0140】

なお、従来の通信装置4(レガシー端末)は、単独のMACフレームのみ送受信可能であって、通信装置1(アクセスポイント)と通信装置2、3(MIMO対応端末)は、単独のMACフレームと、MACスーパーフレームのいずれをも送受信可能であると仮定する。

【0141】

50

図57は、図50に示した複数のMACフレームを単一の物理フレームにアグリゲートする場合の基本的なアグリゲートフレームフォーマットの全てのMACフレーム(MACフレーム1~4)をデータフレームとした場合を例示している。図57のフレームは、端末とアクセスポイントとの間、ないしは端末間で相互にユーザデータを送受信するために用いられる。

【0142】

図58は、アグリゲートフレームフォーマットのMACフレーム1をパーシャルACKフレームとし、MACフレーム2をData + Pollフレームとし、MACフレーム3、4をデータフレームとした場合を例示している。図58のフレームは、アクセスポイントが端末に対する送達確認(パーシャルACK)を行うとともに端末に対し送信権を与え、かつ端末にユーザデータを送信する際に用いる。ここで送達確認対象の端末、送信権を与える端末、データ送信対象の端末は、一般には同じであるが、それぞれ異なることを禁止するものではない。

10

【0143】

図59は、アグリゲートフレームフォーマットのMACフレーム1をパーシャルACKフレームとし、MACフレーム2をPoll(no data)フレームとした場合を例示している。図59のフレームは、アクセスポイントが端末に対する送達確認を行い、かつ端末に対し送信権を与える際に用いる。ここで送達確認対象の端末、送信権を与える端末は、一般には同じであるが、それぞれ異なっても構わない。

【0144】

図60は、アグリゲートフレームフォーマットのMACフレーム1をPoll(no data)フレームとした場合を例示している。図59のフレームは、アクセスポイントが端末に対し送信権を与える際に用いる。

20

【0145】

なお、アグリゲートフレームへの複数のMACフレームの組み合わせ方は、上述したものだけに限定されず、他の様々な組み合わせ方が可能である。

【0146】

図61(a)に、MACヘッダーにQoS制御フィールドを持つ、QoSデータフレームのフォーマット例を示す。フレーム制御フィールド610のtype / subtypeフィールドに、当該フレームがQoSデータフレームであることを示す値が入る。MACペイロード(あるいはMSDU: MAC Service Data Unit)611には、ユーザデータ(一般にはリンク層がMAC層に送信を要求するデータ)が入る。

30

【0147】

図61(b)に、MACヘッダーにQoS制御フィールドを持つ、QoS Data + Pollフレームのフォーマット例を示す。フレーム制御フィールド612のtype / subtypeフィールドに、当該フレームがQoS Data + Pollフレームであることを示す値が入る。QoS Data + Pollフレームは、アクセスポイントが端末に対して送信権を与える必要があり、かつアクセスポイントが端末に対してユーザデータ613を送信するために用いられる。

【0148】

図61(a)に示すQoSデータフレーム、および図61(b)に示すQoS Data + Pollフレームは、それぞれ図56(a)のデータフレーム、および図56(b)のData + PollフレームのQoS拡張であり、IEEE802.11eないしはその拡張に準拠する場合に用いられる。

40

【0149】

図62は、アグリゲートフレームフォーマットの全てのMACフレーム(MACフレーム1~4)をQoSデータフレームとした場合を例示している。図62のフレームは、端末とアクセスポイント間、ないしは端末間で、相互にユーザデータを送受信するために用いられる。その他、これまでに示したアグリゲートフレームフォーマットにおけるデータフレームをQoSデータフレームに置き換えたものや、QoSデータフレームを含むそれ以外の組み合わせも可能である。

【0150】

図63は、IEEE802.11-1999仕様に規定される、PCF(Point Coordination Function)を

50

用いた際のフレーム交換シーケンスの一例を示している。IEEE802.11では、コンテンション（競合；Contention）期間630においては、CSMA/CAベースのDCF(Distributed Coordination Function)により、端末とアクセスポイントが対等にメディアを取り合うが、コンテンションフリー（無競合状態すなわち解放；Contention Free）期間631においては、アクセスポイント（あるいはアクセスポイント内のポイントコーディネータ(Point Coordinator)と呼ばれる論理的な実体）がポーリングにより全てのメディアアクセスを制御する。アクセスポイントは定期的にビーコン(Beacon)フレーム632を送信する。コンテンションフリー期間631は、Contention Free Repetition Interval（ビーコン送信間隔の整数倍）633に対応するビーコンにより開始され、アクセスポイントが送信するCF-End(Contention Free End)フレーム634により終了し、あるいはCF_Max_duration635の経過によっても終了する。コンテンションフリー期間631においてアクセスポイント以外の端末はNAV636を設定し、MAC層のレベルでメディアがビジーであると解釈する。これによりポーリングによらない自発的な送信が抑制される。

10

【0151】

CF期間（631）中は、アクセスポイントはPoll、Data、Data + Ack、Data + Poll、Data + Ack + PollなどのMACフレームを送信することができる。Pollされた端末はData、Data + Ackなどを送信することができる。Pollされていない端末はDataを送信することはできないが、アクセスポイントから送信されたDataに対するAckを送信することはできる。アクセスポイントは、端末がSIFSで応答すると仮定して動作する。SIFSで期待する応答が返ってこない場合には、アクセスポイントはPIFS後に、次にスケジュールすると予定していたフレームシーケンスを開始しても良い。

20

【0152】

アクセスポイントがポーリング機能(PCF)を持つか否かは、ビーコンないしProbe Responseフレームに含まれるCapability Information Fieldによって判定できる。ポーリング対象となることを希望する端末は、ポーリング機能を持つアクセスポイントに対し、自端末がポーリングを受ける能力を持ち、かつポーリングのスケジュールに登録することを示すCapability Information Fieldを含むAssociation Requestフレームを送信する。

【0153】

アクセスポイントがポーリングによりメディアアクセス制御を行なう方法は、IEEE802.11eにより拡張(HCCA: HCF Controlled channel access, HCF: Hybrid Coordination Function)されている。図64に示すように、IEEE802.11との大きな相違は、アクセスポイント(Hybrid Coordinator)が、コンテンション（競合）期間640中の任意の時点でポーリング制御のためのコントロールド・アクセス期間（CAP: Controlled Access Period）641、642、643等を開始できる点にある。即ちアクセスポイントは、PIFS期間のメディアの空き状態を確認した後に、仕様で定められた任意のフレームシーケンスを開始できる。ポーリング対象となった端末は、PollフレームのQoS制御フィールドに指定されるTXOP(Transmission Opportunity)の期間の送信権を与えられる。TXOPの期間において、端末は複数のMACフレームをSIFS間隔で連続的に送受信しても構わない。端末はnull dataフレームを送信することで、与えられたTXOPの終了以前に送信権をアクセスポイントに返上しても良い。

30

40

【0154】

IEEE802.11eにおける更なる相違として、ポーリングを望む端末は、アクセスポイントに対してトラフィックストリーム(Traffic Stream)の設定を要求することが規定されている。トラフィックストリームの設定が行なわれると、帯域・遅延などのQoS要求を満たすように、アクセスポイントが当該端末のメディアアクセスを制御する。つまり、アクセスポイントから端末へのデータ送信については、指定したTCLAS(Traffic Classifier)に合致するMSDUが、指定されたQoS要求を満たして送信されるよう、送信のスケジュールがなされる。端末からアクセスポイントへのデータ送信については、指定されたQoS要求を満たすように、アクセスポイントが端末をポーリングする。

【0155】

50

IEEE802.11-1999、あるいはIEEE802.11eの仕様では、ポーリング制御に用いられるMACフレーム、およびポーリング制御によって交換を許されるMACフレームは、物理フレームと1対1で対応する単独のMACフレームであり、一つの物理フレームに複数のMACフレームがアグリゲートされたMACスーパーフレームではない。しかし、複数のMACフレームを単一の物理フレームにアグリゲートすることにより、物理フレーム毎に付随するオーバーヘッド（プリアンプル、物理ヘッダー、IFS(Inter Frame Space)など）を削減することができるため、MACの効率が向上する。以下では、アグリゲートされたMACフレームに関するポーリングシーケンスに関して説明を行なう。

【0156】

図65は、PCFをフレームアグリゲーションにより拡張した場合の、ポーリングシーケンスの一例を示している。コンテンションフリー期間はビーコンフレーム650により開始される。ビーコンフレーム650を送信する時刻（時点）は、アクセスポイントのポーリング・データ送信スケジュール制御部1051により決定される。当該時刻にビーコン650を送る前にPIFS期間のメディアの空きが要求されるが、これはキャリアセンス制御部106Aにより確認され、確認後にメディアアクセス制御部108Aによりビーコンフレーム650が物理層に渡される。ビーコンフレーム650は、IEEE802.11a準拠端末と仮定される通信装置4(STA3 Legacy)を含む、全ての端末装置が受信可能でなければならない。したがって、IEEE802.11aの送受信を司る第一種の物理層プロトコル制御部109Aによって第一種(IEEE802.11a)の物理フレームとして形成され、送信される。

【0157】

ここでシーケンス図に表れる記号を例に挙げて説明する。

【0158】

・F{BC(beacon)}: ブロードキャスト(broadcast)アドレス宛のビーコンMACフレームであって、MACスーパーフレームでない単一のMACフレームとして送信されるフレームを表す。

【0159】

・SF{STA1(poll (no data))}: STA1宛てのpoll(no data)MACフレームであって、MACスーパーフレームとして送信されるフレームを表す。

【0160】

・SF{STA1(pack), STA2(poll(no data))}: STA1宛てのパルシャルACKのMACフレームとSTA2宛てのpoll(no data)MACフレームとがアグリゲートされたMACスーパーフレームとして送信されるフレームを表す。

【0161】

ビーコンフレーム送信後のSIFS経過後に、アクセスポイントはSTA1に対して、poll(no data)フレーム651を送信することにより、STA1に送信権を与える。この時点でSTA1に送信権を与えるという決定は、アクセスポイントのポーリング・データ送信スケジュール制御部1051が行なう。この例では、poll(no data)フレーム651をMACスーパーフレームとして送信している(図中の"SF"は"Super Frame"の略である)。

【0162】

このMACスーパーフレームは、MIMOの送受信を司る第二種の物理層プロトコル制御部110Aによって第二種の物理フレームとして形成され、送信される。しかし、ここで必要なMACフレームは1つだけなので、通常のMACフレームとして送信しても良い。この場合、IEEE802.11aの送受信を司る第一種の物理層プロトコル制御部109AによってIEEE802.11aの物理フレームとして形成され、送信されても良い。

【0163】

pollフレーム651がアクセスポイントから第二種の物理フレームとして送信された場合、端末(STA1)はMIMO PLCPロングプリアンプル(図52)によって、アクセスポイントと端末との間のMIMOチャネルの状態を推定することができる。一般に、チャネル状態を検出し、送信側で適切な制御(例えば、MIMOの複数ストリームやOFDMの複数サブキャリアに対して、電力あるいは情報量を均等に割り当てるのではなく、適切に傾斜配分する、パワーローディングやビットローディング、およびその組み合わせ)を行なうことによって、

10

20

30

40

50

伝送路の容量が増大することが知られている。また、より単純な送信制御、例えば端末で測定した受信電力などの情報により、端末が送信する際の適切な送信レート（変調方式・符号化率など）を制御しても良い。

【0164】

また、MACスーパーフレームヘッダーのPHYフィードバック情報5000（図50参照）に、当該フレームをアクセスポイントが送信する際のパラメータ、例えば送信電力やアンテナ利得の情報を含めることにより、端末による上記チャネル状態の推定を補正することができる。即ち、アクセスポイントと端末との間の送信電力やアンテナ利得の差により、チャネル推定の結果を誤って解釈することを防ぐことができる。例えば、アクセスポイントの送信電力が端末の送信電力より大きいのに、同じと仮定した端末がチャネル推定を行なえば、チャネル状態を誤認する。誤認したチャネル状態で可能と解釈した最大のレートを選択して、端末がアクセスポイントにフレームの送信を行なえば、アクセスポイントでは当該フレームを受信できない可能性が高くなる。したがって、MACスーパーフレームヘッダーのPHYフィードバック情報5000に、同一端末からアクセスポイントへの直前の送信に基づく物理層の受信状態データ（チャネル推定情報、誤り訂正量、受信電力）などを含めることは、端末側での適切な送信制御に有用である。

【0165】

図65の説明に戻る。アクセスポイントからのポーリングを受けた端末(STA1)は、アクセスポイント宛の複数のデータフレームを単一のMACスーパーフレーム652にアグリゲートし、送信する。送信すべきデータフレームは、図49に示すデータ送信スケジュール制御部1052により選択される。QoSなどを意識する必要がなければ、単純にキューの先頭のデータフレームから順番に送信対象として選択すればよい。QoSが必要な場合には、優先度の高いデータフレームや、定期的に送信すべきタイミングにあるデータフレームから送信対象として選択する。単一のMACスーパーフレームに、複数優先度のデータフレームが含まれてもよい。

【0166】

図49に示す端末のメディアアクセス制御部108Sは、自端末へのポーリングを受信したら、SIFS後にMACスーパーフレームを送信するように制御する。MACスーパーフレームは、データ送信スケジュール制御部1052が上記のように選択したデータフレームを含むように構成される。このMACスーパーフレームは、MIMOの送受信を司る第二種の物理層プロトコル制御部110Sによって第二種の物理フレームとして形成され、送信される。

【0167】

アクセスポイントは、このフレームを受信すると、最初にMIMOの送受信を司る第二種の物理層プロトコル制御部110A（図48）により、物理層101Aの受信処理を行い、MACスーパーフレームを取り出し、MAC層102Aに渡す。この際に、物理層101Aにおける受信状態の情報を付加情報としてMAC層102Aに渡しても良い。

【0168】

アクセスポイントの再送制御部107Aは、MACスーパーフレームに含まれる各データフレームが正常に受信されたか否かをFCSにより決定し、送達確認情報（パルシャルACKビットマップ）を含むパルシャルACKフレームを作成する。更に、パルシャルACKフレームのPHYフィードバック情報に、物理層101Aにおける受信状態の情報を含めても良い。ポーリング・データ送信スケジュール制御部1051は、当該端末(STA1)に送信すべきデータが無いことを確認し、かつ当該端末への送信権付与を継続すべきだと判断したとする。この場合、端末(STA1)宛てのパルシャルACKフレームとPoll(no data)フレームをアグリゲートして、MACスーパーフレーム653を作成する。メディアアクセス制御部108Aは、このように作成されたMACスーパーフレーム653をSIFS後に送信するようメディアへのアクセスを制御する。このMACスーパーフレーム653は、MIMOの送受信を司る第二種の物理層プロトコル制御部110Aによって第二種の物理フレームとして形成され、送信される。

【0169】

端末は、このフレーム 6 5 3 を受信すると、最初に MIMO の送受信を司る第二種の物理層プロトコル制御部 1 1 0 S (図 4 9) により、物理層 1 0 1 S の受信処理を行い、MAC スーパーフレームを取り出して MAC 層 1 0 2 S に渡す。この際に、物理層 1 0 1 S における受信状態の情報を付加情報として MAC 層 1 0 2 S に渡しても良い。

【0 1 7 0】

この MAC スーパーフレーム 6 5 3 には、パーシャル ACK と poll (no data) が含まれている。ポーリングされているため、端末 (STA1) は、アクセスポイント宛の複数のデータフレームを単一の MAC スーパーフレームにアグリゲートし、送信することができる。送信すべきデータフレームは、図 4 9 に示す再送制御部 1 0 7 S とデータ送信スケジュール制御部 1 0 5 2 により選択される。つまり、パーシャル ACK により再送すべき MAC フレームを識別し、更にデータ送信スケジュール制御部 1 0 5 2 が、新規に送信する MAC フレームと再送すべき MAC フレームの優先度を勘案して、実際に送信する MAC フレームを選択する。単純には優先度の高いものを先に送信すれば良い。あるいは、例えば、MAC フレームに割り当てた優先度が低くても、当該 MAC フレームを廃棄すべきタイムアウトの残り時間が少なければ、優先度が高いがタイムアウト時間まで余裕のある MAC フレームより先に送信するという風に制御しても良い。単一の MAC スーパーフレームに、複数優先度のデータフレームが含まれても問題は無い。

【0 1 7 1】

図 4 9 に示す端末のメディアアクセス制御部 1 0 8 S は、自端末へのポーリングを受信したら、SIFS 後に MAC スーパーフレーム 6 5 4 を送信するように制御する。MAC スーパーフレーム 6 5 4 は、データ送信スケジュール制御部 1 0 5 2 が上記のように選択したデータフレームを含むように構成される。更に、MAC スーパーフレーム 6 5 4 の PHY フィードバック情報 5 0 0 0 に、物理層における受信状態の情報を含めても良い。この MAC スーパーフレーム 6 5 4 は、MIMO の送受信を司る第二種の物理層プロトコル制御部 1 1 0 S によって第二種の物理フレームとして形成され、送信される。

【0 1 7 2】

送信の際に、受信した物理フレームから得たチャネル状態に関する情報、受信したパーシャル ACK フレームに含まれていたアクセスポイントからの PHY フィードバック情報、パーシャル ACK ビットマップから得られた正常な受信率などを勘案して、変調方式、符号化率、パワー・ビットローディングなどの送信制御を行なっても良い。

【0 1 7 3】

パーシャル ACK ビットマップで、後半の MAC フレームが正常に受信されない傾向にある場合は、チャネルの寿命よりも MAC スーパーフレーム送信に要する時間が長い可能性がある。そこで、送信する MAC スーパーフレームの最大長を制限するように制御しても良い。また、MAC スーパーフレームを担う物理フレームについて、フレームの先頭だけでなく、途中でもチャネル推定できる情報 (ミッドアンプルなどの既知情報) を適応的に追加することで、チャネル状態が大きく変わる前に、チャネル推定の補正を行なえるようにしても良い。

【0 1 7 4】

以下、ポーリングシーケンスの他の例を図 6 5 の例との相違点を中心に説明する。

アクセスポイントは、応答を要するフレームを受信すると、再送制御部 1 0 7 A がパーシャル ACK フレームを作成する。ここで、ポーリング・データ送信スケジュール制御部 1 0 5 1 が、端末 STA1 への Poll およびパーシャル ACK 送信よりも、端末 STA2 への送信権付与を優先すべきと判断したとする。また、端末 STA2 とのこれまでのフレーム交換に基づく STA2 に対するパーシャル ACK フレームが形成済みであり、かつ端末 STA2 に送信すべきフレームはなかったとする。この場合、端末 (STA2) 宛てのパーシャル ACK フレームと Poll (no data) フレームをアグリゲートし、MAC スーパーフレームを構成する。メディアアクセス制御部 1 0 8 A は、このように構成された MAC スーパーフレームを SIFS 後に送信するようメディアへのアクセスを制御する。この MAC スーパーフレームは、MIMO の送受信を司る第二種の物理層プロトコル制御部 1 1 0 A によって第二種の物理フレームとして形成され、送信

される。

【0175】

このMACスーパーフレームを受信した端末STA2は、既述の方法と同様に、送信すべきデータフレームを選択し、MACスーパーフレームを構成し、SIFS後にアクセスポイント宛に送信する。

【0176】

図65には示していないが、このようなポーリング制御を行なうコンテンションフリー期間は、図63に示したように、アクセスポイントがCF-Endフレーム634を送信するか、CF_Max_Duration635の時間経過によって終了する。

【0177】

図66に示す他のシーケンス例は、アクセスポイントがCTS-Self660を自アクセスポイント宛に送信することによりCAP期間を生成する点で、図65に示したような、ビーコンフレームによりCF期間を開始するポーリングシーケンスとは異なる。このCAP期間はTXOPで示される時間が経過すると終了する。また、アクセスポイントが、SF{STA1(Pack), STA2(Poll(no data))}という1つのMACスーパーフレーム661により、端末STA1に対するパルシャルACKフレーム送信と、端末STA2に対するPoll(no data)フレーム送信とを行なっている点でも異なる。このMACスーパーフレーム661は、端末STA1からのデータフレームが全てアクセスポイントによって受信され、端末STA1からの再送の必要が無い場合などに有効である。

【0178】

図67は、アクセスポイントが端末STA3(Legacy)に対するポーリングを行うポーリングシーケンスを示している。端末STA3は第一種の物理層プロトコル(例えばIEEE802.11a)のみを実装するレガシー端末であり、ポーリング制御のフレームを含むアクセスポイントと端末STA3との間のフレーム交換は、第一種の物理層プロトコルに準拠して行なわれる。また、端末STA3は、MACスーパーフレームを扱えないことが仮定されており、アグリゲーション無しのMACフレームが個別に送受信される。

【0179】

このような端末STA3がMACフレームを連続的に送信する際には、IEEE802.11eに規定されたブロック(Block)ACKのフレーム交換手順に従う。つまり、SIFS間隔を空けて別々の物理フレームとしてデータフレーム670、671が次々とバースト送信され、その送達確認がブロックACK要求(Block ACK Request)フレーム672とブロックACKフレーム673により行なわれる。

【0180】

レガシーな端末STA3に対してはポーリング、データ、および応答フレーム等についてMACスーパーフレームを用いない(アグリゲーションを抑制)ことにより、アクセスポイントは、ネットワークがレガシーな端末STA3を有する場合であっても共存して動作することができる。なお、ポーリング対象の端末がMACアグリゲーションに対応しないレガシーな端末であるか否かについて、アクセスポイントは事前の、何らかのフレーム交換により検出することができる。

【0181】

図68は、図65に示したシーケンス例の変形に係わり、ポールフレームをMACスーパーフレームにより送信する場合において、データを有さないPoll(no data)のみならず、データを有するPoll(data)を許容するものである。

【0182】

以上説明した本発明の実施形態は次のように変形することができる。これは、MACスーパーフレームヘッダーのフォーマットをMPDUと同じにするというものである。図69にMPDUと同じフォーマットを持つMACスーパーフレームヘッダー1900の一例を示す。例えばフレーム制御(Frame Control)フィールドに含まれるType / Sub-type領域に、MACスーパーフレームヘッダーであることを示す値を新たに規定して割り当てる。受信側の通信装置のMAC層は、この値にしたがって以後MACスーパーフレームの処理

10

20

30

40

50

を行うべきか、通常のMACフレームの処理を行うべきかを決定する。期間(Duration)504の値は、当該MACスーパーフレームに含まれる他のMACフレームの期間の値の計算方法に準じて設定される。アドレス1フィールド505(Receiver Address)の値は、当該MACスーパーフレームに含まれる他のMACフレームのアドレス1と同じになるように設定される。このようにアドレス1フィールド505には受信側の通信装置を特定するアドレスが設定される。

【0183】

MACスーパーフレームヘッダー1900は、分割(fragment)されずまた再送されることもないので、シーケンス制御(Sequence Control)フィールド508の値は特に意味を持たない。よってMACスーパーフレームのTypeを制御(Control)フレームとして割り当てれば、このシーケンス制御フィールド508が省略されるためより好ましい。

【0184】

TypeをManagementまたはDataとして定義すると、シーケンス制御フィールド508を持つ必要があるが、その値は本発明に係る実施形態の再送制御と整合が取れるように扱う必要がある。既存の通信では例えばMACスーパーフレームの一連の再送制御において再送対象となるMACフレームのシーケンス番号(Sequence number)は連続値を取ると仮定されているので、シーケンス番号が不連続な値を設定する場合は当該MACスーパーフレームの一連の再送制御をいったん終了し、別のシーケンスによる再送制御を開始する必要がある。このためシーケンス番号の不連続が起きないようにするか、不連続になったとしても一連の再送制御を継続できるようにする必要がある。これを解決する一例として、本発明の別の実施形態に示すような再送時のウィンドウ制御をしているときは、一連の再送制御で再送対象のMACフレームに割り当てられる可能性のある最大のシーケンス番号の値がわかるので、この最大値を超える値のシーケンス番号となるように順次割り当てるという方法がある。またこの値には再送対象のMACフレームも含めて連続的な値を割り当てる必要があるのだが、再送制御をするときには再送対象のMACフレームのシーケンス番号を無視することで不連続になっても良いように制御するという方法も可能である。

【0185】

図69に示すペイロードに相当する部分1901には、当該MACスーパーフレームに含まれる各MACフレームの長さを設定する。ペイロード1901には分割(fragment)に対応するためのフラグメント番号(fragment number)を含めても良い。

【0186】

またFCS502は図50におけるHCS205に対応しており、FCS502を用いて通常のMPDUと同様の扱いとすれば良い。たとえばFCS502にはMACスーパーフレームヘッダー全体に対して計算したCRC値を設定する。MACスーパーフレームヘッダー1900に付随するFCS502により、受信側通信装置でMACスーパーフレームヘッダー1900が壊れていると認識した場合には、HCS205により誤りが検出された場合と同様に扱い、これを検出した受信側通信装置はMACスーパーフレーム全体を廃棄する。

【0187】

(第13の実施形態)

第13の本実施形態は、単一の物理フレームに含まれる、複数のMACフレームのMACヘッダから、冗長要素を取り除き、更に効率を向上させるものである。

【0188】

以下、冗長要素を取り除いたMACヘッダを、縮約MACヘッダと称する。図70に縮約MACヘッダを持つMACフレームを含むMACスーパーフレーム構成の一例を示す。この例では、MACフレーム1は通常のMACヘッダを持つが、MACフレーム2、3、4は縮約MACフレームを持つように構成されている。

【0189】

図71に送信側における、通常のMACヘッダを持つMACフレームからの縮約MACヘッダを持つMACフレームの生成処理と、受信側における、縮約MACヘッダを持つM

10

20

30

40

50

A Cフレームから通常のMACヘッダを持つMACフレームの再現処理の一例を示す。

【0190】

図70に示すように、MACスーパーフレームは通常のMACヘッダを持つMACフレームを少なくとも1つ持っていると仮定する。例えば、アドレスSAを持つ有線端末が、アドレスTAを持つアクセスポイント経由で、アドレスRAを持つ端末に送信した複数のMACフレームを、単一のMACスーパーフレームにアグリゲートしたと想定する。この場合アドレスSA、アドレスTA(BSSID)、アドレスRAは全てのMACフレームに共通であり、MACヘッダにアドレス情報として含まれる。送信側アクセスポイントで、単一のMACフレーム1のMACヘッダにのみアドレスSA、アドレスTA、アドレスRAを残し、他のMACフレーム2、3、4のMACヘッダからは、アドレスSA、アドレスTA、アドレスRAを省略したとしても、受信側端末で、MACフレーム1のMACヘッダから、MACフレーム2、3、4のMACヘッダを再現することが可能である(図72)。これが、図72における送信側処理、「MACスーパーフレームに含まれる、他のMACフレームから再現可能なMACヘッダ情報を削除する」、受信側処理「MACスーパーフレームに含まれる、他のMACフレームから再現可能なMACヘッダ情報を再現する」の一例である。また、単一のMACスーパーフレームに含まれる全てのMACフレームのMACヘッダにおいて、期間フィールドの値が同じである場合も考えられる。そのような場合には、アドレスに加えて、期間フィールドも削除・再現対象となる(図73)。

【0191】

通常のMACヘッダを持つMACフレームが、必ず先頭のMACフレーム1であると約束すれば、どのMACフレームが通常のMACヘッダを持つかは送信側と受信側で暗黙に了解される。あるいは、複数宛先のMACフレームが単一のMACスーパーフレームに含まれる場合には、送信側STAが、各宛先の先頭のMACフレームを受信側STAに示す情報を、MACスーパーフレームに含めておけばよい。これは、例えば、MACスーパーフレームヘッダに含まれるビットマップ情報で示すことができる。ここで各宛先の先頭MACフレームは通常のMACヘッダを持つと仮定している。また、複数の属性、例えばQoS属性(TID, TSIDなど)が単一のMACスーパーフレームに含まれる場合には、送信側STAが、属性の変化するMACフレームを受信側STAで識別できる情報を含めておけばよい。ここで同一属性を持つMACフレーム群の先頭MACフレームは通常のMACヘッダを持つと仮定している。

【0192】

図74に、暗号・メッセージ認証を含む場合の、縮約MACヘッダを持つMACフレームの生成、および縮約MACヘッダからのMACヘッダ再現処理の一例を示す。IEEE802.11のセキュリティ拡張を規定するIEEE802.11i(Security Enhancement)のドラフトに規定される、ユーザデータ暗号・メッセージ認証方式(TKIPおよびCCMP)は、MACフレームのペイロード部分のみならず、MACヘッダ情報の一部もセキュリティ保護の対象としている。MACヘッダは暗号(秘匿)化の対象とはされないが、MACフレームに含まれる情報の一部(アドレス情報などを含む)は、改変を検出するためのメッセージ認証コードの計算対象となっている。このため、送信側STAと受信側STAにおけるセキュリティ処理とMACヘッダの縮約・再現処理の処理手順に依存関係が生じる。

【0193】

送信側STAにおいては、最初に平文のMACヘッダとMACペイロードとの組を生成する。これを暗号化・メッセージ認証コード(ICV: Integrity Check Value)付与処理に渡す。これによりMACペイロードは暗号化され、かつMACペイロードにICVが付与される。MACヘッダとMACペイロード(暗号化MACペイロード + ICV)との全体に対しFCSが計算され付与される。この後でMACヘッダの縮約処理を行い、MACスーパーフレームにアグリゲートして送信される。

【0194】

受信側STAにおいては、最初に縮約されたMACヘッダから、通常のMACヘッダの再現処理が行なわれる。次にMACヘッダとMACペイロード(暗号化MACペイロード

+ ICV) の全体に対する FCS が計算され、MAC フレームに付与されていた FCS と比較される。一致すれば正常受信で、一致しなければ壊れていると判断する。次に暗号化 MAC ペイロードを復号化し、かつ MAC ヘッダの一部と MAC フレームに対する ICV を計算して、一致すれば改変なし、不一致なら改変ありと判断する。

【0195】

なお、本発明は上記実施形態そのままに限定されるものではなく、実施段階ではその要旨を逸脱しない範囲で構成要素を変形して具体化できる。また、上記実施形態に開示されている複数の構成要素の適宜な組み合わせにより、種々の発明を形成できる。例えば、実施形態に示される全構成要素から幾つかの構成要素を削除してもよい。さらに、異なる実施形態にわたる構成要素を適宜組み合わせてもよい。

【図面の簡単な説明】

【0196】

【図1】本発明の一実施形態に係る通信装置を示すブロック図

【図2】固定長のACK Policy Bitmapを示す図

【図3】本発明の第1の実施形態に係るBitmap Informationフィールドを示す図

【図4】可変長ACK Policy Bitmapを持つMACスーパーフレームの一例を示す図

【図5】受信バッファ管理を説明するための図

【図6】本発明の第2の実施形態に係る優先度毎の受信バッファ管理を説明するための図

【図7】TSPECのフォーマットを示す図

【図8】優先度毎の第1の再送制御例を説明するための図

【図9】優先度毎の第2の再送制御例を説明するための図

【図10】本発明の第3の実施形態に係る優先度毎の再送制御例を説明するための図

【図11】標準的なブロックACKのシーケンス(即時型)を示す図

【図12】QoS Controlフィールドを示す図

【図13】本発明の第4の実施形態に係り、可変長ACK Policy Bitmapを持つMACスーパーフレームの一例を示す図

【図14】本発明の第4の実施形態に係り、QoSデータをアグリゲートしたブロックACKシーケンス(即時型)を示す図

【図15】本発明の第4の実施形態に係り、QoSデータとブロックACK要求のアグリゲート例を示す図

【図16】本発明の第4の実施形態に係り、QoSデータとブロックACK要求をアグリゲートしたブロックACKシーケンス(即時型)を示す図

【図17】本発明の第4の実施形態に係り、複数TIDのQoSデータとブロックACK要求のアグリゲート例を示す図

【図18】本発明の第4の実施形態に係り、複数TIDのQoSデータとブロックACK要求をアグリゲートしたブロックACKシーケンスを示す図

【図19】本発明の第4の実施形態に係り、No ACKとブロックACKポリシーフレームのアグリゲートを示す図

【図20】No ACKとブロックACKポリシーのMACフレームのアグリゲーションによるシーケンス例を示す図

【図21】本発明の第5の実施形態に係り、トラフィックストリームのセットアップ時に用いられるTSPEC(Traffic Specification)を示す図

【図22】本発明の第5の実施形態に係り、MPDU長を固定長とするMACスーパーフレームを示す図

【図23】本発明の第5の実施形態に係り、複数TSIDの混在時の固定長MACフレームのアグリゲーションを示す図

【図24】本発明の第6の実施形態に係り、複数の宛先を持つMACスーパーフレームの一例を示す図

【図25】本発明の第6の実施形態に係り、複数の宛先を持つMACスーパーフレームの他の例を示す図

10

20

30

40

50

- 【図26】本発明の第7の実施形態に係り、宛先毎の回線使用期間を表すMACスーパーフレームの一例を示す図
- 【図27】図26のフレームの変形例を示す図
- 【図28】本発明の第7の実施形態に係り、複数宛先に異なるDurationを指定する場合を説明するための図
- 【図29】本発明の第7の実施形態に係る受信端末の動作を示すフローチャート
- 【図30】本発明を適用可能な無線通信システムの構成例を示す図
- 【図31】本発明を適用可能な無線通信システムの他の構成例を示す図
- 【図32】IEEE802.11eにおけるブロックACK対象のQoSデータフレームのシーケンスを示す図
- 【図33】本発明の第8の実施形態に係り、複数の宛先に対するブロックACK対象データフレームのアグリゲーション例を示す図
- 【図34】本発明の第8の実施形態に係り、アグリゲートされた複数宛先へのブロックACK対象データフレームのシーケンスを示す図
- 【図35】本発明の第8の実施形態に係り、複数の宛先に対するデータフレームとBlock ACK Requestフレームのアグリゲーション例を示す図
- 【図36】本発明の第8の実施形態に係り、アグリゲートされた複数宛先へのデータおよびBlock ACK Requestフレームのシーケンス例を示す図
- 【図37】本発明の第9の実施形態に係るACKの再送信を説明するための図
- 【図38】本発明の第9の実施形態に係る複数宛先のアグリゲート例を示す図
- 【図39】本発明の第9の実施形態に係る複数宛先アグリゲート時のACK再送信を示す図
- 【図40】本発明の第9の実施形態に係る複数宛先アグリゲート時のACK再送信の他の例を示す図
- 【図41】本発明の第10の実施形態に係り、ACKを送信する時点を送信側で指定する場合のフレームフォーマット例を示す図
- 【図42】本発明の第10の実施形態に係り、ACKを送信する時点を送信側で指定する場合のフレームフォーマットの一例を示す図
- 【図43】本発明の第10の実施形態に係り、ACKを送信する時点を送信側で指定する場合のフレームフォーマットの他の例を示す図
- 【図44】本発明の第10の実施形態に係り、ACKを送信する時点を送信側で指定する場合のフレームフォーマットの他の例を示す図
- 【図45】本発明の第10の実施形態に係り、複数宛先のACK送信時間の指定を示す図
- 【図46】本発明の第11の実施形態に係り、QoSを考慮した複数宛先へのMACスーパーフレームの一例を示す図
- 【図47】本発明の第11の実施形態に係り、QoSを考慮した複数宛先へのサイマルキャストを示す図
- 【図48】本発明の第12の実施形態に係る通信装置（アクセスポイント）のブロック図
- 【図49】本発明の第12の実施形態に係る通信装置（端末）のブロック図
- 【図50】上記通信装置が用いるフレームフォーマットの一例を示す図
- 【図51】第一種のPHYフレームのフォーマットの一例を示す図
- 【図52】第二種のPHYフレームのフォーマットの一例を示す図
- 【図53】MACフレームのフォーマットの一例を示す図
- 【図54】本発明の第12の実施形態に係る通信システムの一例を示す図
- 【図55】（a）はパーシャルACK（部分応答）フレームのフォーマット例を示す図、（b）はポール（Poll（no data））フレームのフォーマット例を示す図
- 【図56】（a）はデータ（Data）フレームのフォーマット例を示す図、（b）はData + Pollフレームのフォーマット例を示す図
- 【図57】Dataスーパーフレームの一例を示す図
- 【図58】Partial ACK + [Data + Poll] + Dataスーパーフレームの一例を示す図
- 【図59】Partial ACK + [Poll（no data）]スーパーフレームの一例を示す図

10

20

30

40

50

【図60】 [Poll (no data)] スーパーフレームの一例を示す図

【図61】 (a) はQoS Data フレームの一例を示す図、 (b) はQoS Data + Poll フレームの一例を示す図

【図62】 Partial ACK + [QoS Data + Poll] + QoS Data スーパーフレームの一例を示す図

【図63】 PCFフレーム交換の一例を示すシーケンス図

【図64】 CAP / CFP / CPの例 (CAP generation) を説明するための図

【図65】 ポーリングシーケンス例 (beaconによるCFP開始) を示す図

【図66】 ポーリングシーケンス例 (CTS-SelfでCAP生成、STA1へのPackとSTA2へのPollを相乗り)を示す図

10

【図67】 ポーリングシーケンス例 (Legacy STAを含む場合)を示す図

【図68】 図65に示したシーケンス例の変形例を示す図

【図69】 MACスーパーフレームヘッダーのフォーマットをMPDUと同じにする場合を示す図

【図70】 本発明の第13の実施形態に係る通信装置が用いる、縮約MACヘッダを持つフレームフォーマットの一例を示す図

【図71】 本発明の第13の実施形態に係り、縮約MACヘッダを持つMACフレームの生成、および縮約MACヘッダからのMACヘッダ再現処理の一例を示す図

【図72】 本発明の第13の実施形態に係り、縮約MACヘッダの第一の例を示す図

【図73】 本発明の第13の実施形態に係り、縮約MACヘッダの第二の例を示す図

20

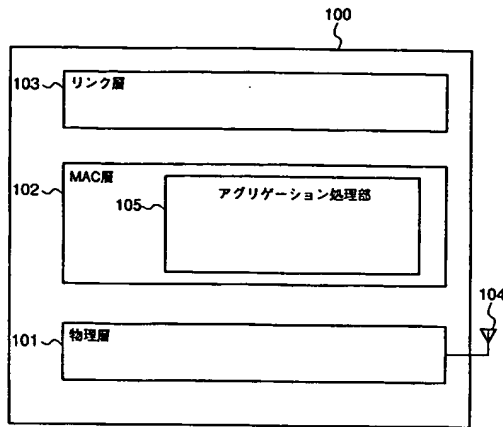
【図74】 本発明の第13の実施形態に係り、暗号・メッセージ認証を含む場合の、縮約MACヘッダを持つMACフレームの生成、および縮約MACヘッダからのMACヘッダ再現処理の一例を示す図

【符号の説明】

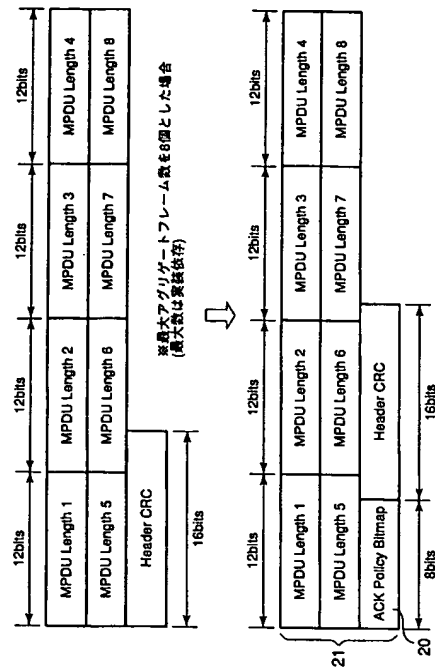
【0197】

100…通信装置、101…物理層処理ユニット、102…MAC層処理ユニット、103…リンク層処理ユニット、104…アンテナ、105…アグリゲーション処理部

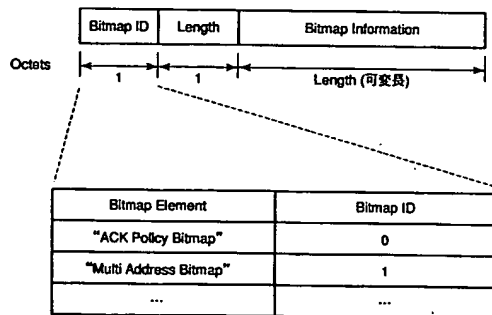
【図 1】



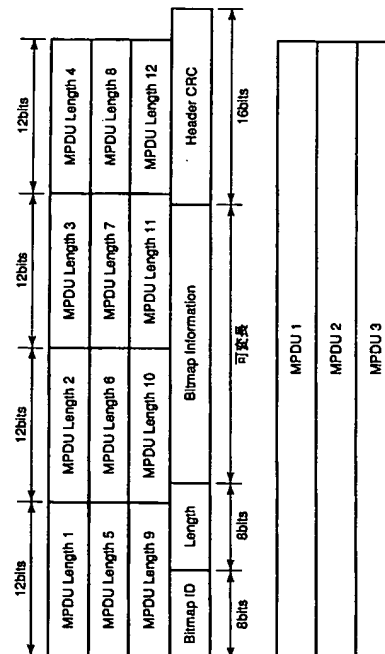
【図 2】



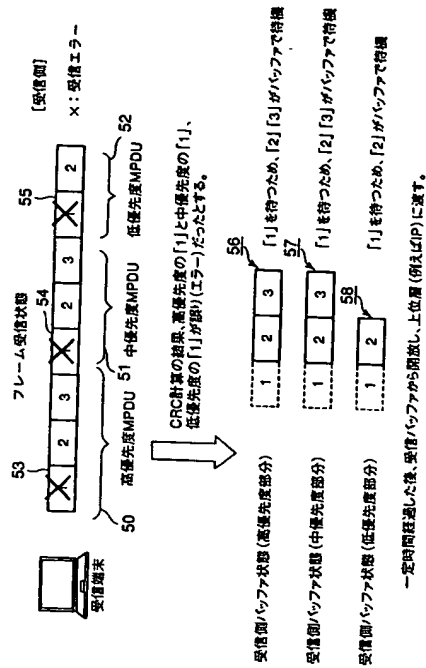
【図 3】



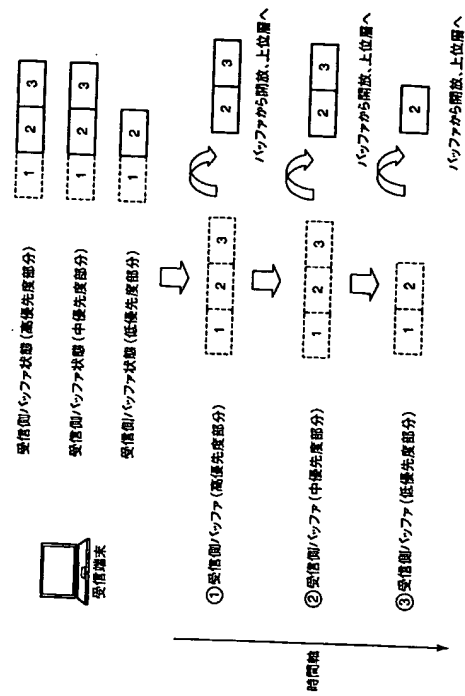
【図 4】



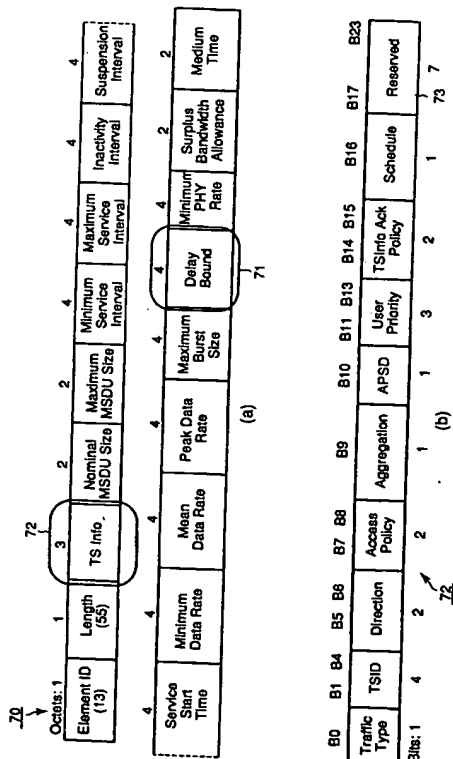
【図 5】



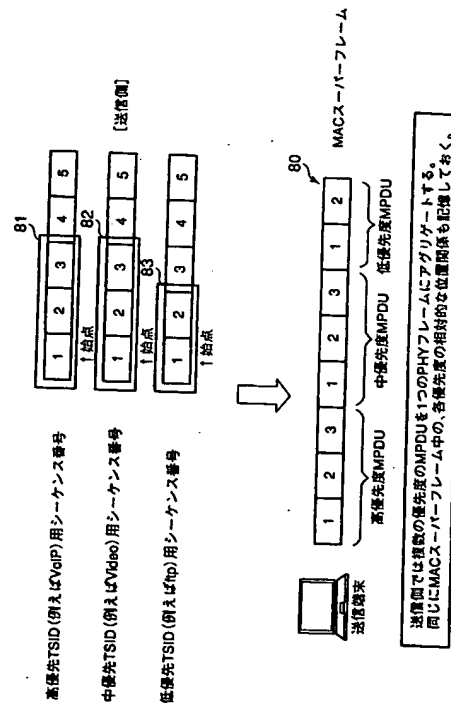
【図 6】



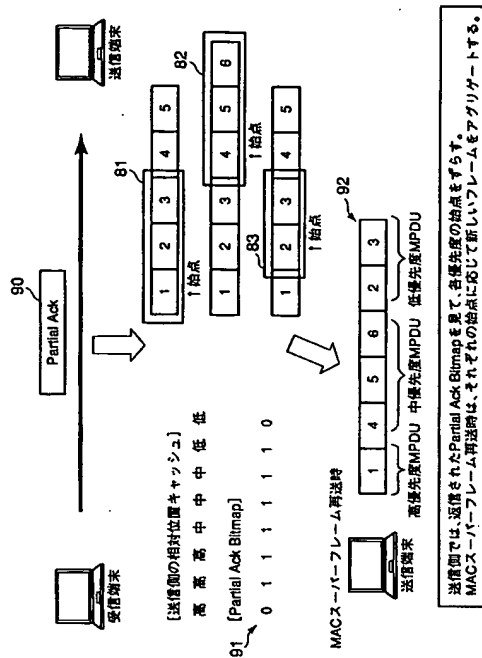
【図 7】



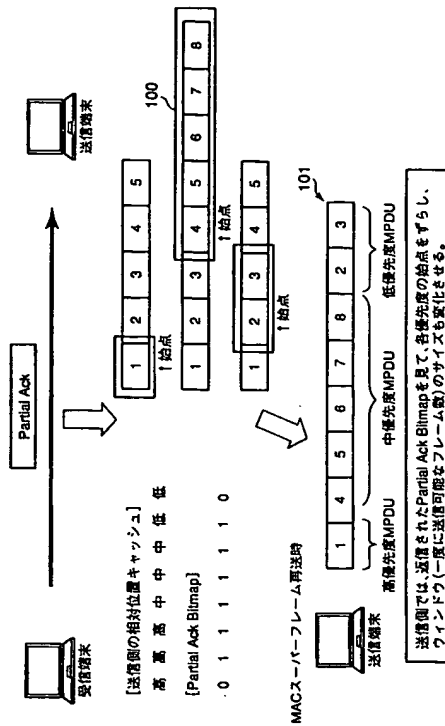
【図 8】



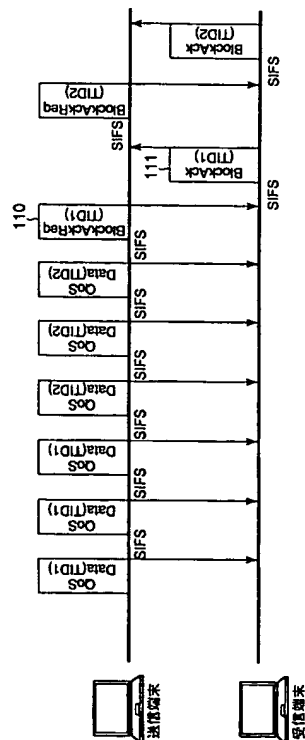
【图 9】



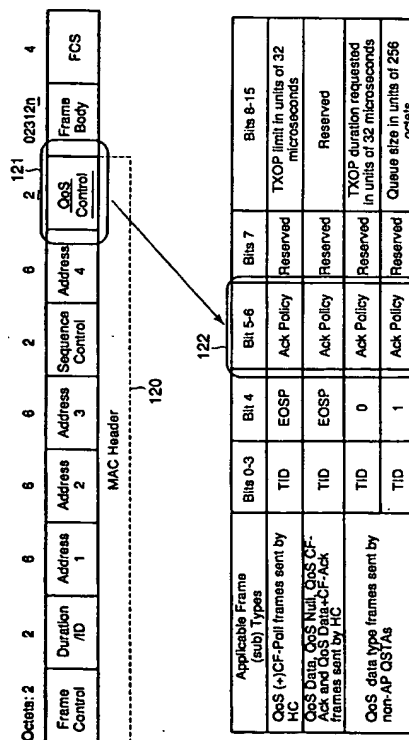
【图 10】



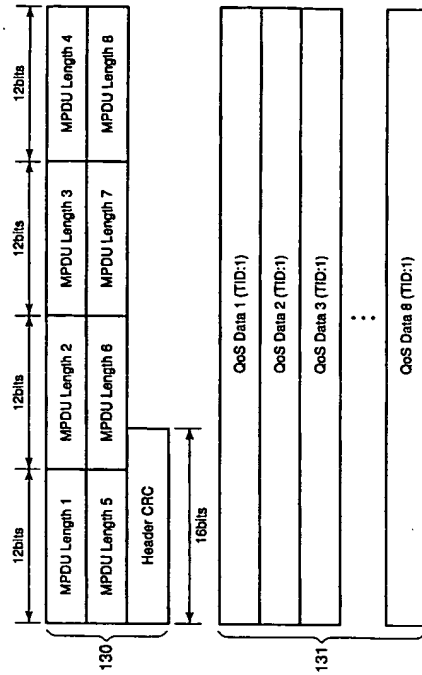
【 1 1 】



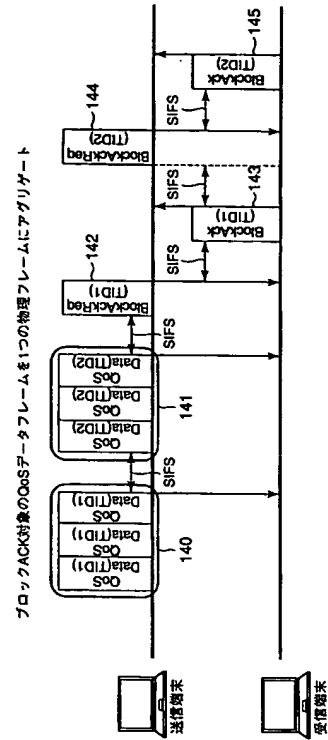
【图 1 2】



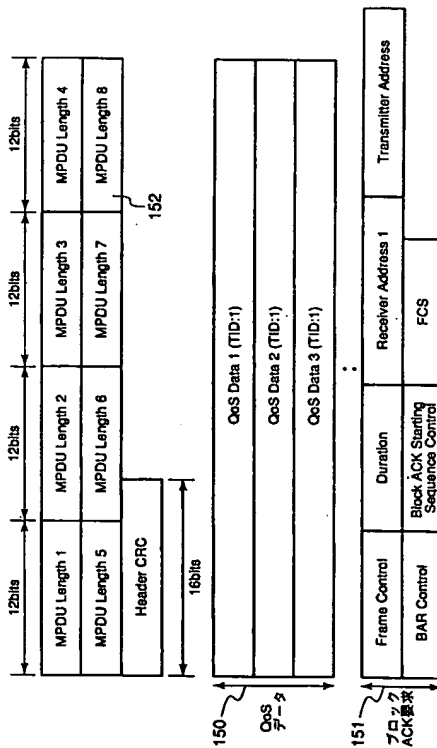
【図 13】



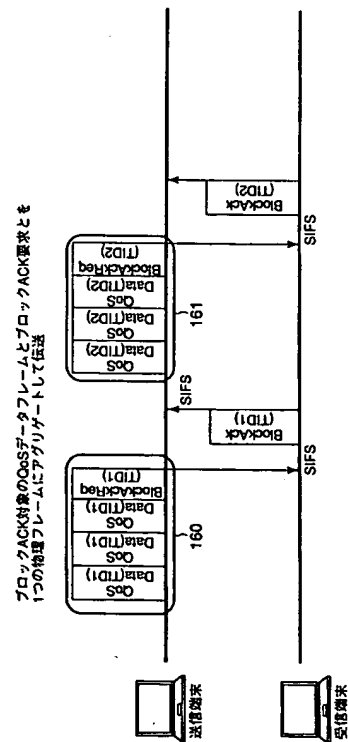
【図 14】



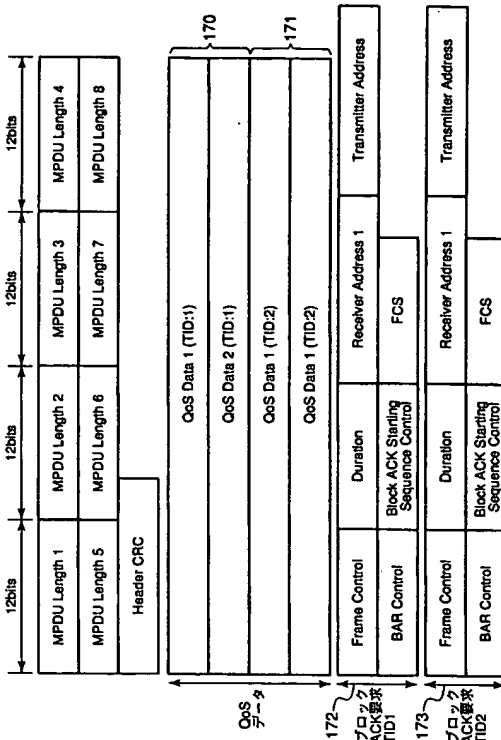
【図 15】



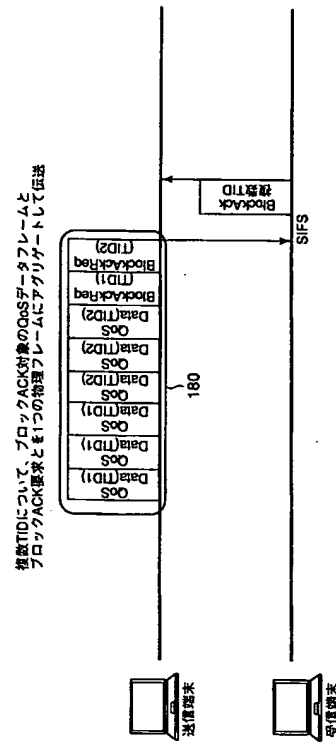
【図 16】



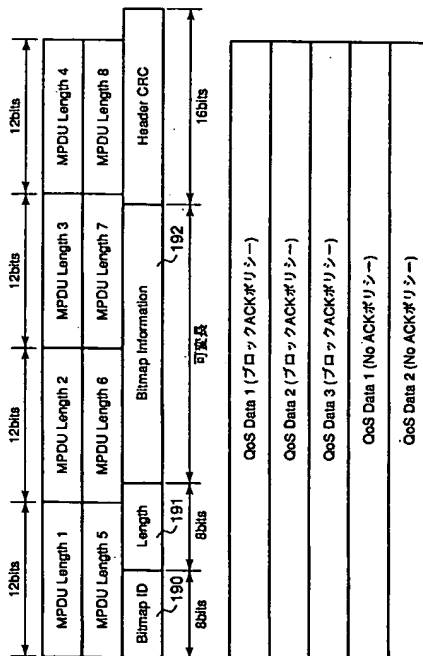
【 1 7 】



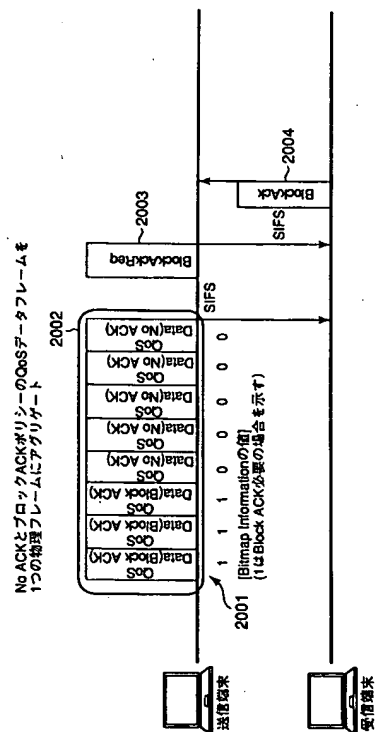
【图 18】



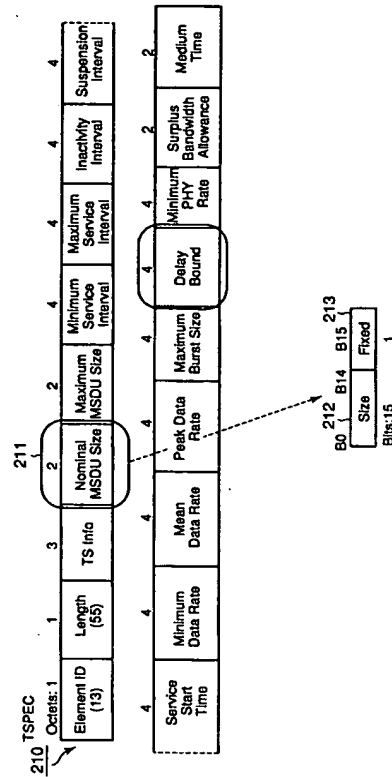
【图 19】



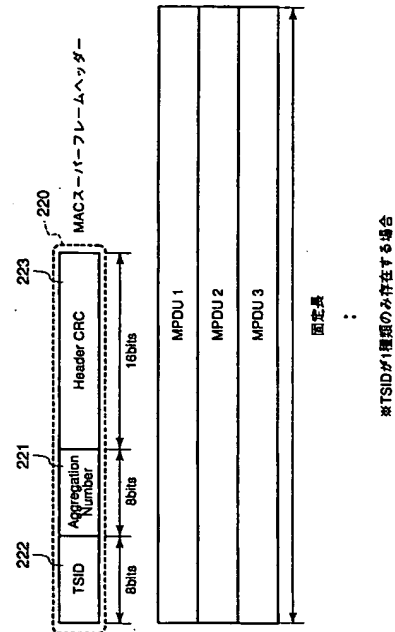
【图 20】



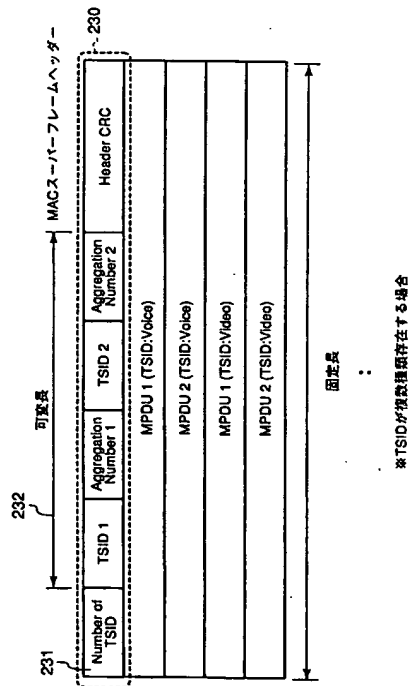
【図 2 1】



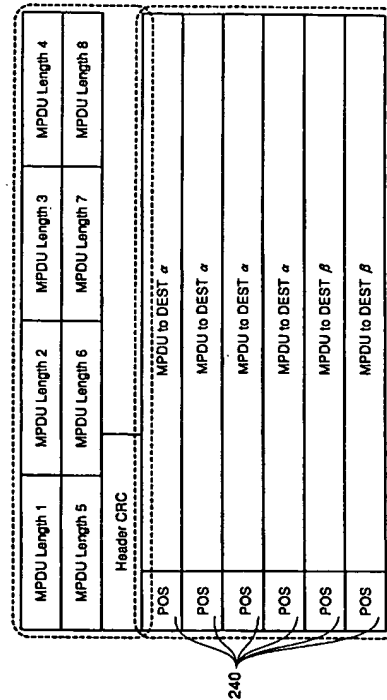
【図 2 2】



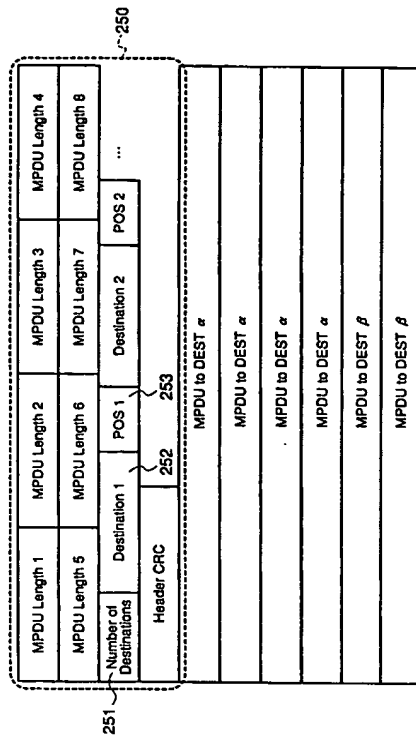
【図 2 3】



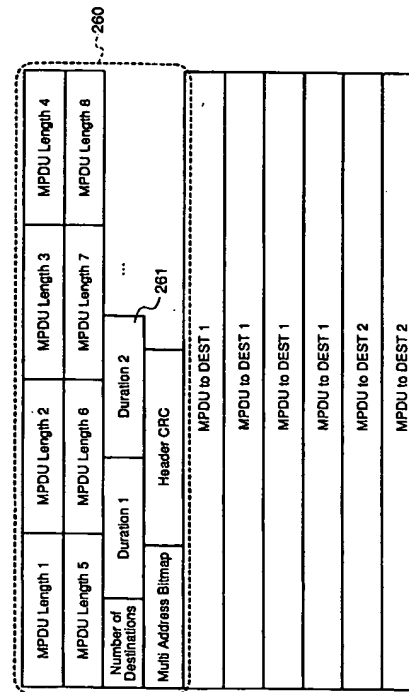
【図 2 4】



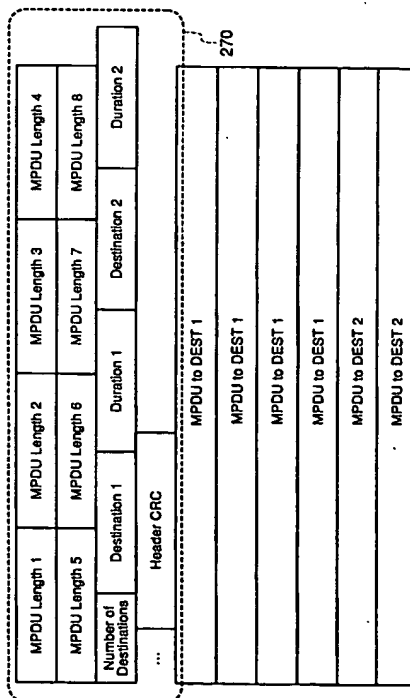
【 2 5 】



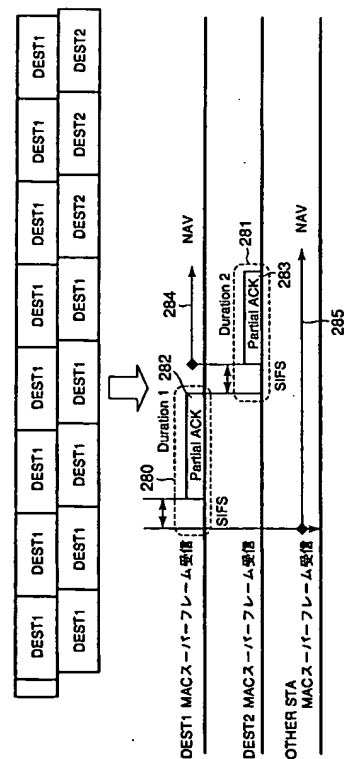
【图 2 6】



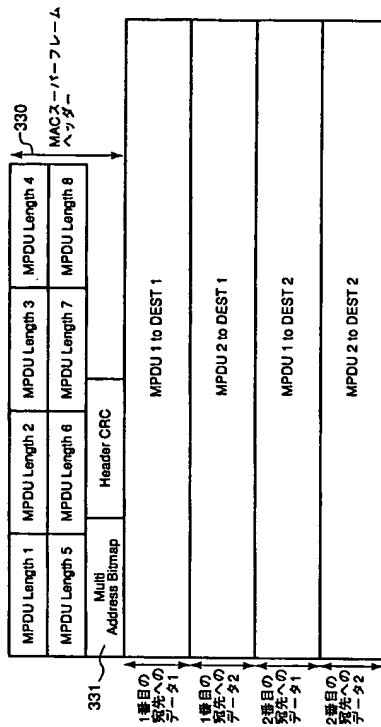
【图 27】



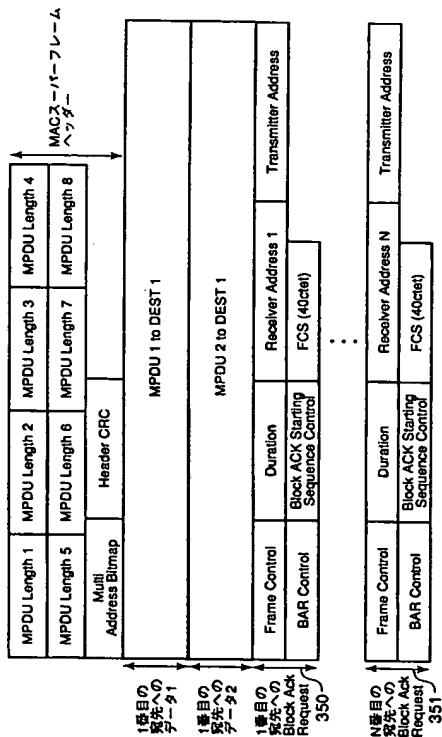
【图 28】



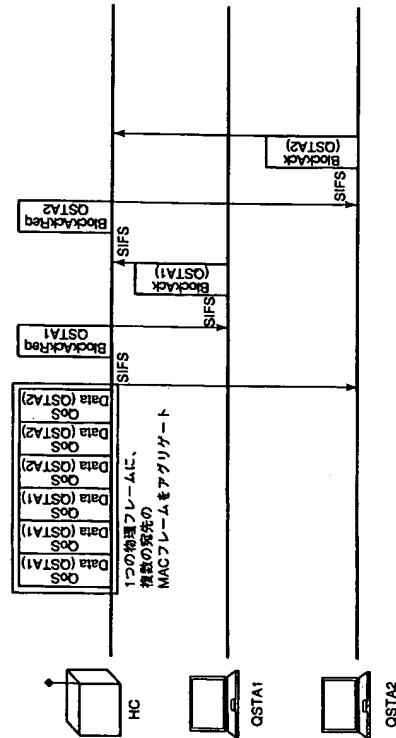
【図 3 3】



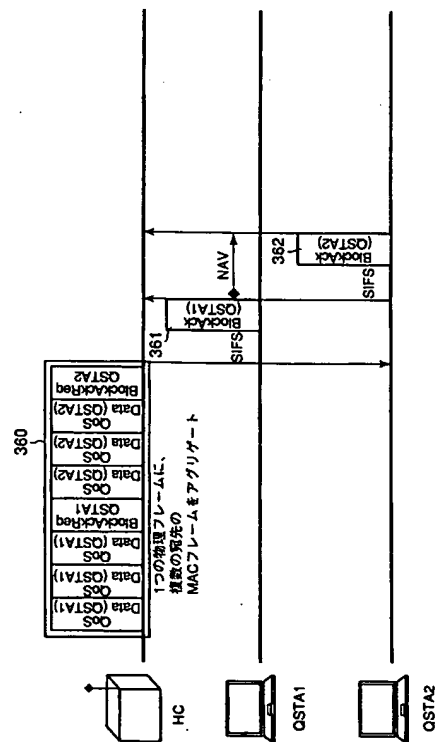
【図 3 5】



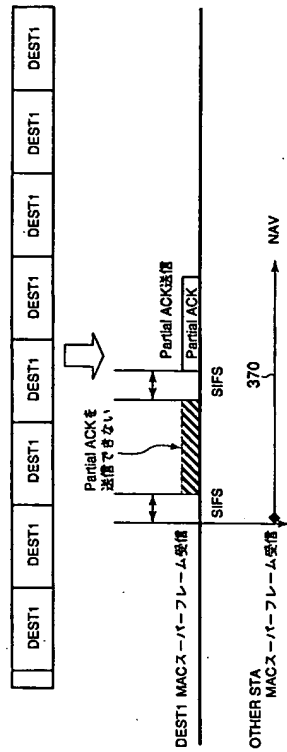
【図 3 4】



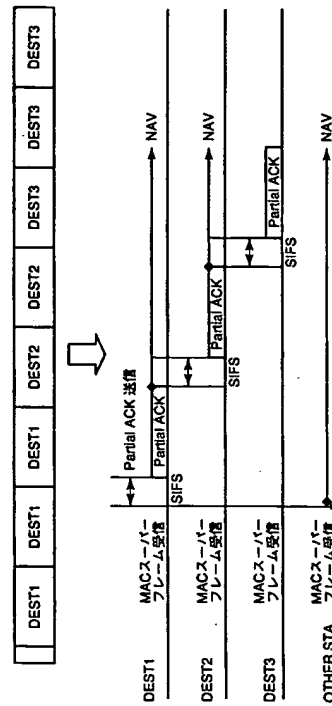
【図 3 6】



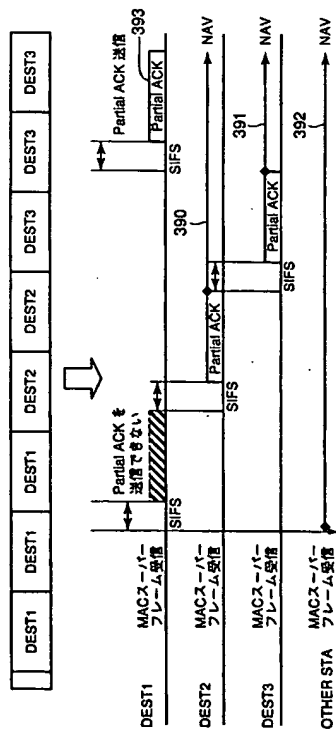
【図 37】



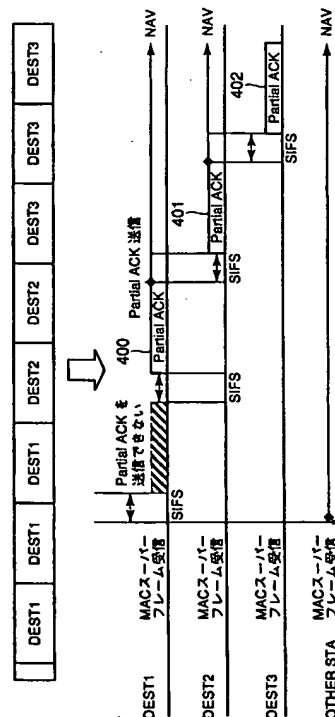
【図 38】



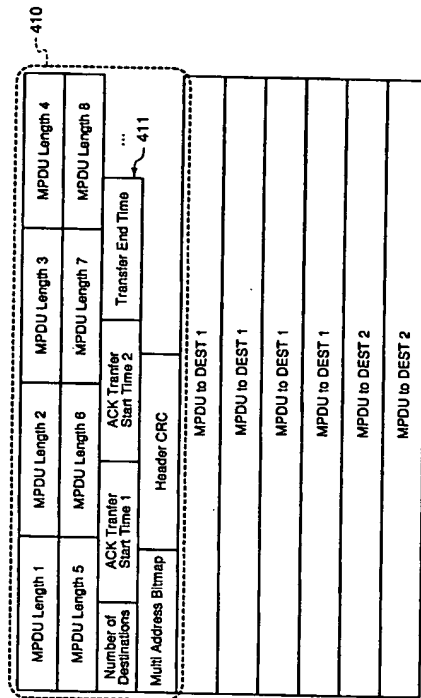
【図 39】



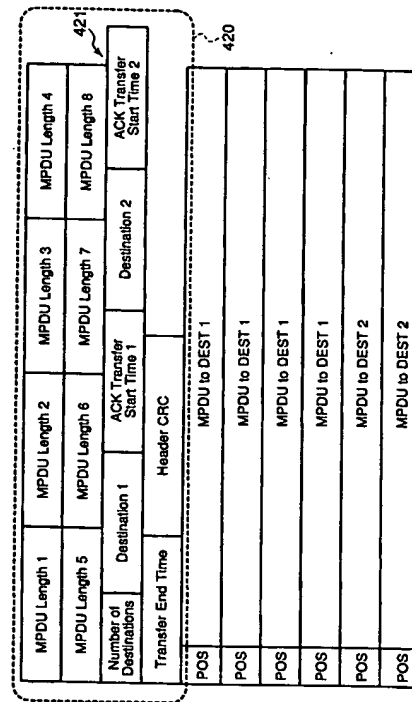
【図 40】



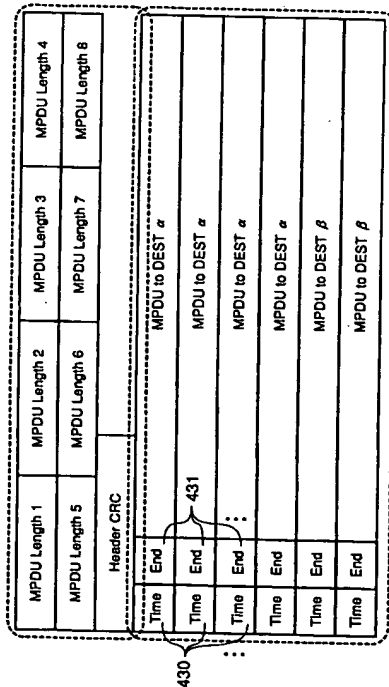
【図 4 1】



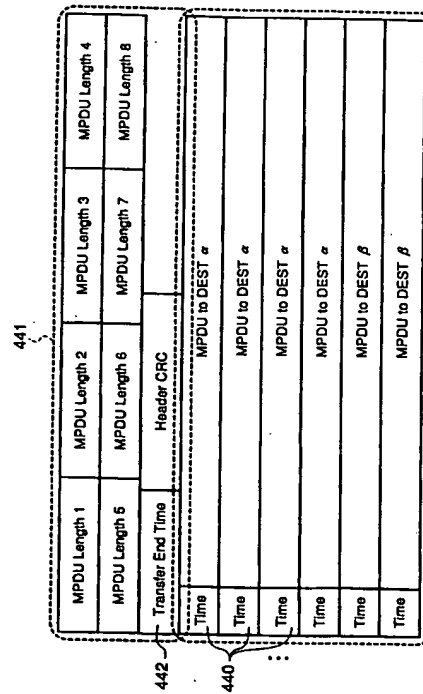
【図 4 2】



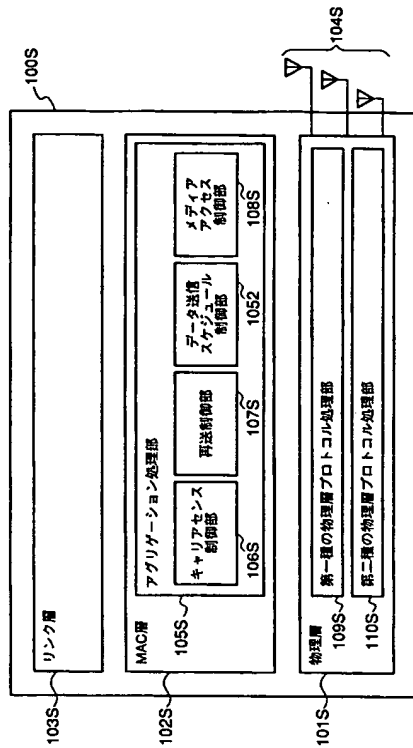
【図 4 3】



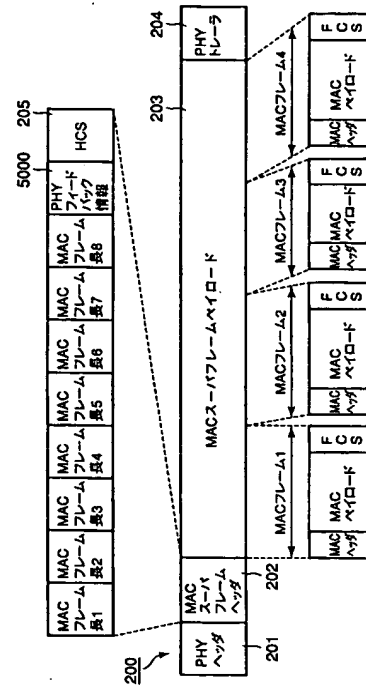
【図 4 4】



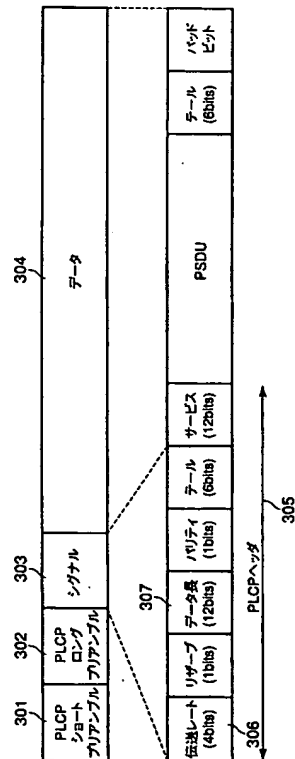
【 49 】



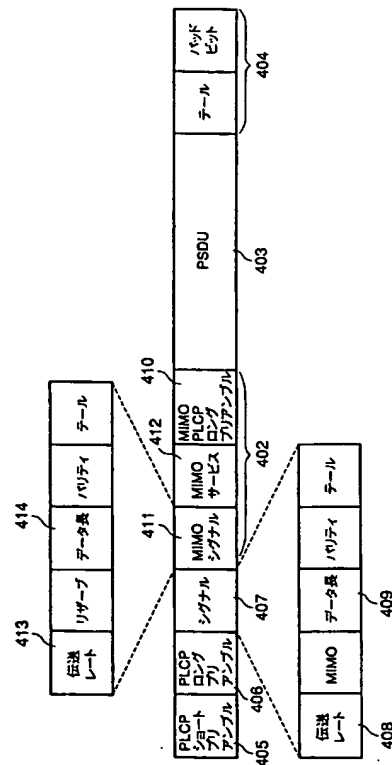
【図 50】



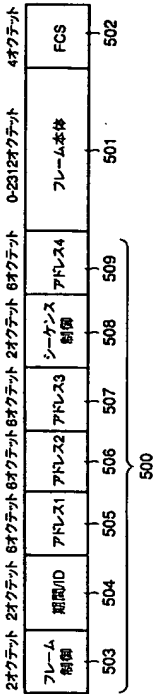
【图 5 1】



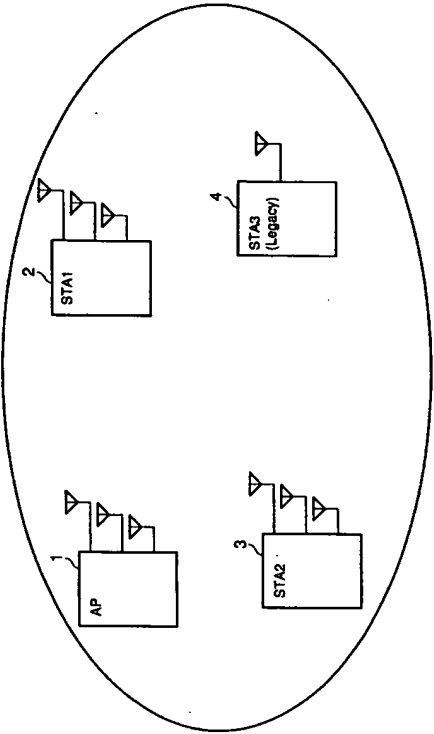
【图 5 2】



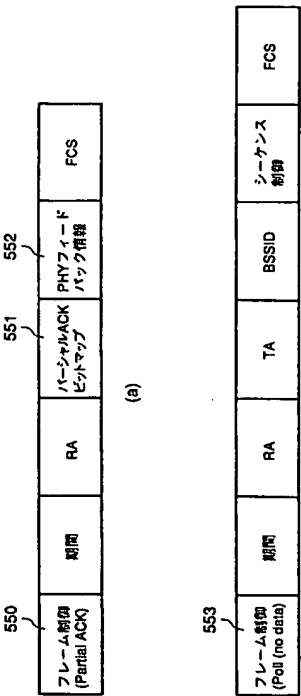
【図 5 3】



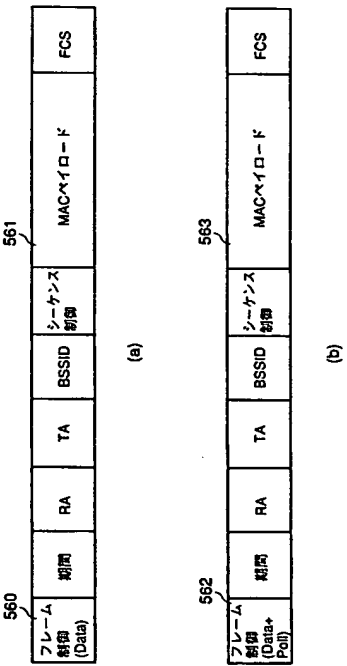
【図 5 4】



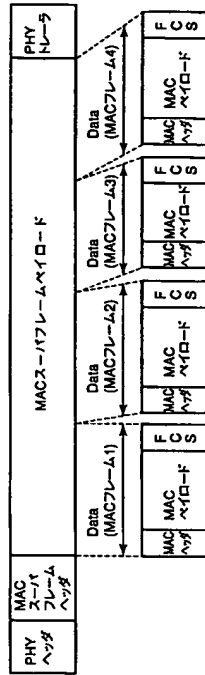
【図 5 5】



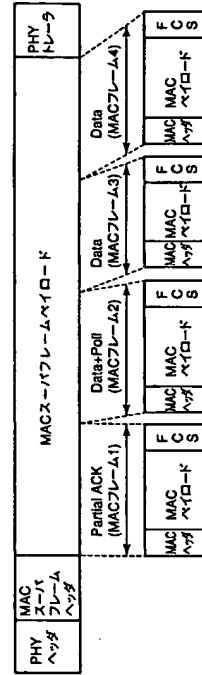
【図 5 6】



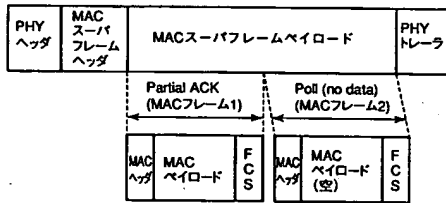
【図 57】



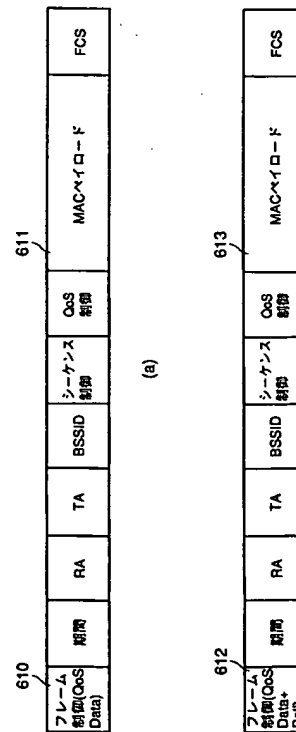
【図 58】



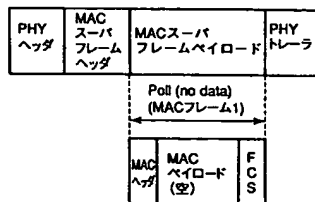
【図 59】



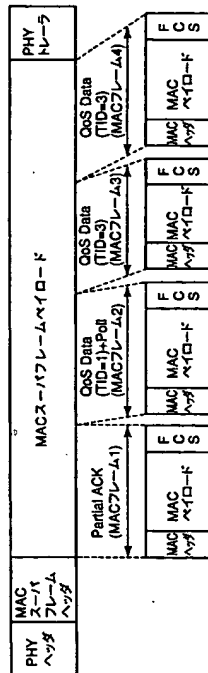
【図 61】



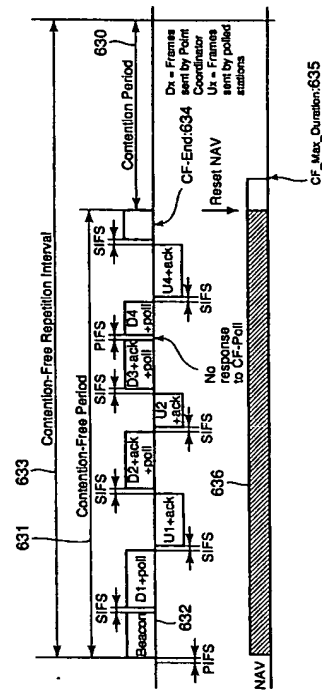
【図 60】



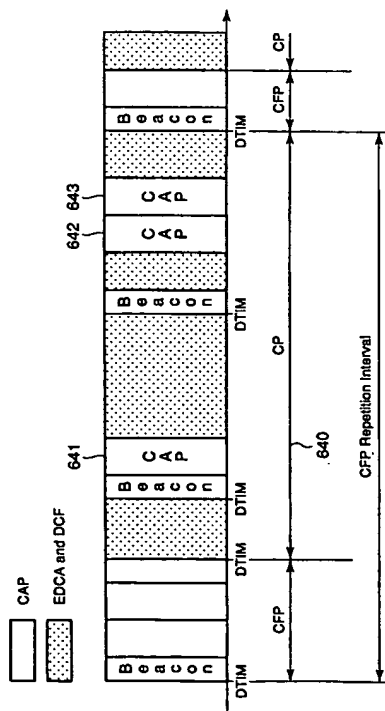
【图 6 2】



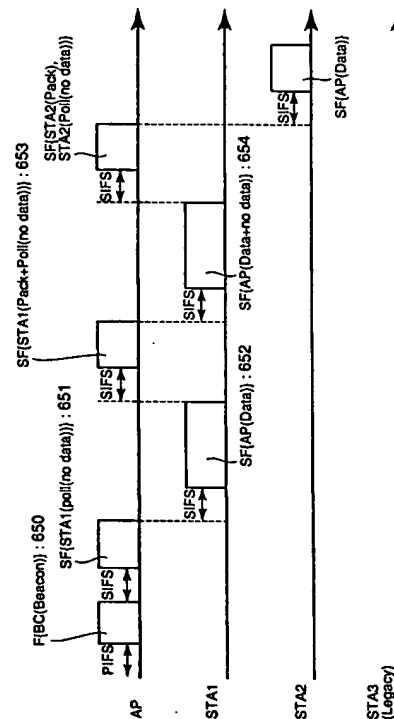
【图 6 3】



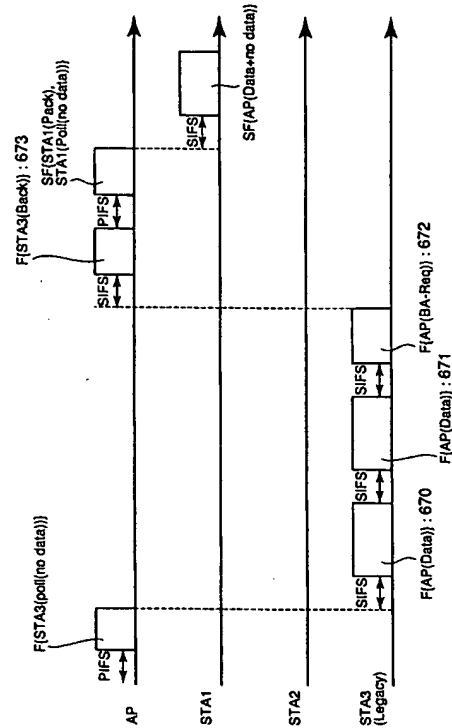
【 図 6 4 】



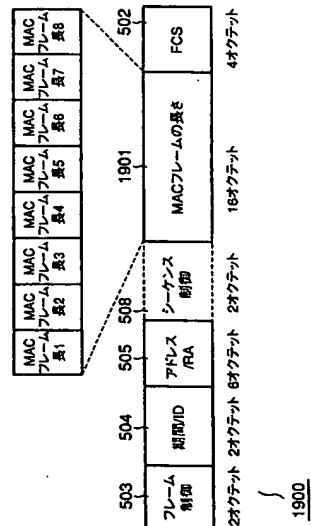
【图 6 5】



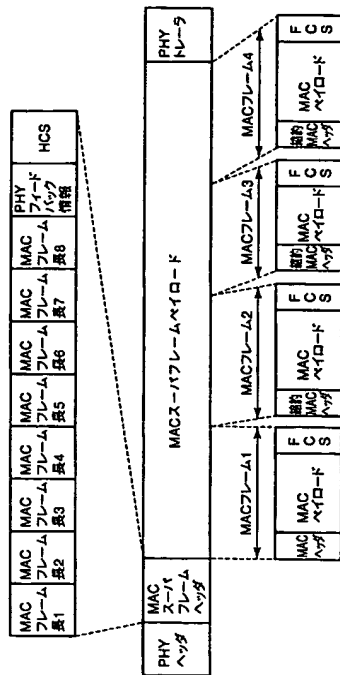
【图 6 7】



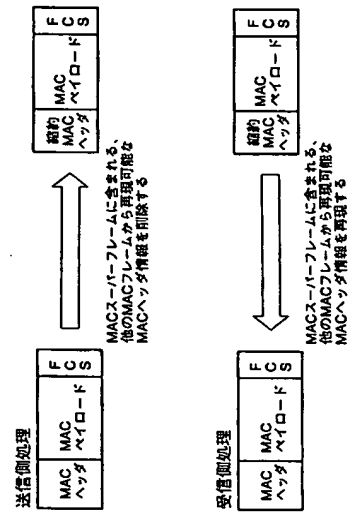
【图 6 9】



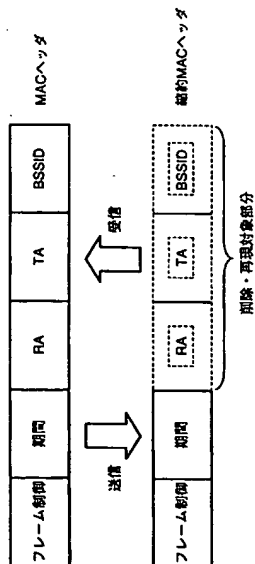
【図 70】



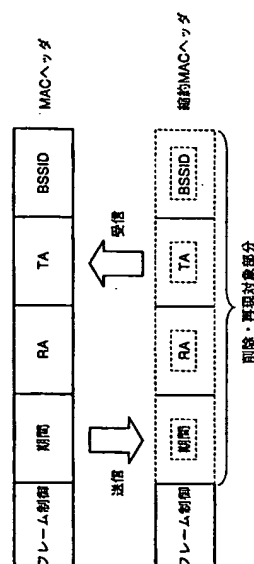
【図 71】



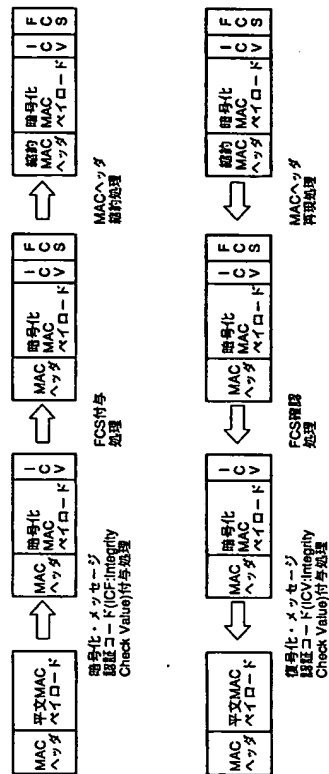
【図 72】



【図 73】



【図 7 4】



フロントページの続き

- (72)発明者 西林 泰如
神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝研究開発センター内
- (72)発明者 高木 雅裕
神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝研究開発センター内
- (72)発明者 足立 朋子
神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝研究開発センター内
- (72)発明者 中島 徹
神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝研究開発センター内
- (72)発明者 宇都宮 依子
神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝研究開発センター内
- (72)発明者 竹田 大輔
神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝研究開発センター内
- Fターム(参考) 5K033 AA01 CA06 CB06 CB17 CC01 DB16

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.